

**Non
Haz
City**

EHITUS- MATERJALIDE KATALOOG

mürgivaba
ehituse jaoks

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

NonHazCity 3



Ehitusmaterjalide kataloog

mürgivaba ehituse jaoks

Autorid ja toimetajad

Auraplan Arhitektid: Christiane von Knorre, Rose Schläfli

BEF Eesti: Heli Nõmmsalu

BEF Saksamaa: Siobhan Protic

BEF Läti: Daina Indriksone, Agnese Meija-Toropova

BEF Leedu: Gražvydas Jegelevičius

BVB Service AB: Marianne Balck

Helsingi linn: Elisa Keto

Stockholmi linn: Jenny Fäldt

Kaunase Tehnikaülikool: Jolita Kruopienė, Edgaras Stunžėnas

NOMAD arhitektid: Florian Betat, Marija Katrīna Dambe

POMInnO Ltd.: Andrzej Tonderski

Turu Rakenduskõrgkool: Riikka Vainio

Mailma Tuleviku Nõukogu Sihtasutus: Mecki Naschke

Disain

NOMAD arhitektid: Florian Betat, Marija Katrīna Dambe

Abitoimetajad

BEF Saksamaa: Sara Lohse, Antonia Reihlen

Goodpoint AB: Amanda Öhman, Emma Svensson Akusjärvi, Louise Jungeföldt

Teostus (Midjourney 6.0)

NOMAD arhitektid: Florian Betat, Marija Katrīna Dambe

See kataloog töötati välja NonHazCity3 projekti raames Euroopa Liidu INTERREG Läänemere programmi rahalisel toel. Selle brošüüri sisu kajastab üksnes autorite arvamust, mitte Euroopa Komisjoni arvamust.

Kataloogi kohta küsimuste või ettepanekute korral võtke meiega ühendust.

Kataloogi elektroonilise versiooni leiab aadressilt:

thinkbefore.eu

Kõik pildid on loodud tehisintellekti tekstist pildiks teisendamise rakenduse Midjourney 6.0 abil

2. väljaanne, 2025

Sisukord

1	Sissejuhatus	4	Roostevaba teras	100
2	Sõnastik	10	Tsink	102
3	Materjalid ja vaheained	24	Akrüül	104
	Töötlemata puit	26	Epoksiidid	106
	Merevetikad	28	PS (ja EPS)	108
	Põhk	30	PE (polüetüleen, sh PEX, HDPE ja LDPE)	
	Kork	32	ning PP (polüpropüleen, sh EPP)	110
	Pilliroog	34	Polüuretaan (PUR)	112
	Kanep	36	Polüvinüülkloriid (PVC)	114
	Lina	38	Stüreen-butadileenkautšuk (SBR)	116
	Sisal	40	Rehvide ringlussevõtmisel saadud SBR	118
	Kookos	42	Termoplastsed elastomeerid (TPE)	120
	Looduslik kautšuk	44	EPDM	122
	Lambavill	46	NBR	124
	Puidukiud	48	Kummi	126
	Paber ja tselluloos	50	Seeneniidistik	128
	Töödeldud puit	52	Välise soojusisolatsiooni	
	Looduslik linoleum	54	komposiitsüsteemid (ETICS)	130
	Lubjakivi ja lubi	56	Polümeerbetoon	132
	Savi	58	Tõrvapapp	134
	Keramsiit	60	Bituumen- hüdroisolatsioon	136
	Kips	62	Klaasplast	138
	Krohv	64	Puitplastkomposiidid	140
	Kivi	66	Aerogeelid	142
	Pinnas	68	Vaakum-soojustuspaneelid	144
	Keraamika	70	Gaastäidisega paneelid	146
	Mineraalvill	72	Õlid	148
	Vahtklaas	74	Vahad	150
	Kipsplaat	76	Tsement	152
	Kiudtsementplaat	78	Tsementbetoon	154
	MDF	80	Lubibetoon	156
	OSB	82	Ringlussevõetud betoon	158
	Vineer	84	Värvid	160
	Ristkihtliimpuit (CLT)	86	Lakid	164
	Puitlaastplaat	88	Kleepained (liimid)	166
	Alumiinium	90	PU-liim	168
	Anodeeritud alumiinium	92	Silikoonliim	170
	Vask	94	Epoksiliim	172
	Teras	96	PVA-liim	174
	Tsingitud teras	98		

4	Ehitise tarindite keskkonnamõju hinnang	176
	Seinad ja plaadid	178
	Katused	182
	Aknad	182
	Fassaadid	182
	Kelder	186
	Muud ruumid	186
	Torud	186
	Põrandad	190
	Kattematerjalid	190
	Krohvid	190
	Plaadid ja tahvlid	190
	Tuletõkked	196
	Põrandaküte	196
	Ventilatsioon	196
	Elekter	196
	Õhu- ja aurutõkked	200
5	Ehitusmaterjalides leiduvad kemikaalid	204
6	Tervis ja hoone konstruktsioon	230
7	Läänemeremaade õigusnormid, mis on seotud kemikaalide ja ehitusega	248
8	Andmebaasid, platvormid ja teabeallikad	252
9	Märgistus- ja sertifitseerimissüsteemid	272
10	Ehitusprotsess	284
11	Teave Läänemere maade tarnijate ja tarneahelate kohta	292

1 Sissejuhatus

Hea lugeja!

Käesolevat põhjalikku kestliku ehituse kataloogi uurides võite olla kindlad, et see on hästi organiseeritud ja hõlpsasti navigeeritav. Koostatuna spetsiaalselt ehitusvaldkonnaga tegelejatele pakutakse siin ulatuslikku ülevaadet kliimasõbralikest ja mittetoksilistest ehitusmaterjalidest.

Põhieesmärk on ambitsioonikas: ohtlike ainete kõrvaldamine ehitistest, ringlussevõtmise soodustamine ja kliimakaitse edendamine.

Autoritena panustajaid on rohkem kui kahekümne kahest asutusest ja kaheksast Euroopa riigist. See kollektiivne pingutus püüab edendada positiivseid muutusi ehitustööstuses. Ühinege meiega sel murrangulisel teekonnal: siin on palju, millest osa saada, ja me loodame, et see on nii informatiivne kui ka nauditav.

Head lugemist!



Ehitustööstus on teel kestlikkuse poole silmitsi kriitilise probleemiga. Sellest annab märku terav vajadus muuta tavasid mittetoksilisuse, ringlussevõetavuse ja kliimasõbralikkuse suunas. Mida enam saab avalikkus teadlikuks üleilmsetest keskkonnaprobleemidest, seda enam saab põhiülesandeks ehitusmaterjalide ja-meetodite murrangulise muutmise vajadus, mida ajendab vastutus meie planeedi helge tuleviku eest. Paljudes tavalistes ehitusmaterjalides on peidus ohtlikud ained, mis leiavad tee materjalist välja ümbritsevasse keskkonda, sealhulgas heitvee kaudu jõgedesse ja ookeanidesse; õhku ning organismidesse. Seetõttu on sellised materjalid märkimisväärselt ohtlikud paljudele ökosüsteemidele ja inimese tervisele. Kemikaalide esinemine ja kuhjumine elusorganismide kudedes, setetes ja vees võib avaldada olulist survet ökosüsteemidele ja nende elustikule. Lisaks võivad ohtlikud ained otseselt ohustada inimese tervist sissehingamise, puudutamise või tolmu allaneelamise kaudu. Kui need ained esinevad ehitusmaterjalides, võivad need tekitada õhureostust, vee saastumist ja mitmesuguseid terviseprobleeme. Kahjuks ei piirdu mõju vaid sellega: sageli takistavad ohtlikud ained ringluspõhiseid meetmeid ja piiravad taaskasutamist või ringlussevõtmist ning raskendavad kasvuhoonegaaside vähendamist. Projekt „NonHazCity 3“ tegeleb selliste probleemidega otse. Käesolev projekt on rajatud programmi „NonHazCity“ kahe eelmise, kemikaalidega saastunud igapäevaseimatele keskendunud projekti edule, ja selle eesmärk on töötada välja lahendused kliimasõbralike, ringlussevõetavate ja mittetoksiliste ehitusmaterjalide kasutuselevõtmise suunas. Võti selle probleemi lahendamiseks on ohtlike ainete kõrvaldamine ehitistest, nende süsteemi sisenemise täielik vältimine ning sealtkaudu ringlussevõetavuse ja ka kliimakaitse soodustamine.

Sellisele muutumisele viiv tee on väljakutset esitav. Seetõttu tegutsevad kaheksa Euroopa riigi kakskümmend kaks asutust ühiselt pingutades. Pärast juhenddokumentide (lahenduste), näiteks käesoleva kataloogi, professionaalidele mõeldud faktilehtede, renoveerimisotsuste tegemisel abistava tarbijarakenduse, meisterdamisjuhiste jmt väljatöötamist on Läänemere maades käivitatud katseprojektid. Need projektid on mõeldud väljatöötatud lahenduste katsetamiseks kohalikes tingimustes ning kestlikuma tuleviku suunas viiva tee valgustamiseks.



1 Ulatus ja kasutuseesmärk

Kujutage ette tervislikke hooneid. Looduslikke, tervislikke, vastupidavaid, tõhusaid. Kujutage ette tulevikku, kus see, millega me ehitame, parandab nii inimeste heaolu kui ka planeedi tervist. Need materjalid tulevad taastuvatest allikatest ja on loodud minimaalse keskkonnamõjuga. Nad on disainitud tõhusaks ja vastupidavaks ning on tagatult kauakestvad. Ja siis, kui nad jõuavad oma kasutusea lõppu, sünnivad nad uuesti: nad muunduvad, saavad uue kasutusotstarbe või võetakse ringlusse. Vähenevad jäätmed, säilivad tervis, ressursid ja elupaigad. Need materjalid panevad meid end hästi tundma, kuna nad sümboliseerivad pühendumist helgemale ja vastutustundlikule tulevikule. Selle unistuse elluviimiseks töötavad inimesed üle kogu maailma selliste materjalidega. Veel on pikk tee minna, kuid me oleme pika tee juba läbinud. Jätkakem seda teekonda koos. Selle kataloogiga kutsume teid uurima tänapäeva kestlikke materjale (ja rohkemgi).

See kataloog on pühendatud kestliku ehitamise edendamisele. Selle eesmärk on anda laiaulatuslik ülevaade mitmesugustest (kestlikest) ehitusmaterjalidest, nende ökoloogilistest omadustest, rakendustest ja panusest ringluspõhise, kliimasõbraliku ja ohtlikest kemikaalidest vaba elukeskkonna heaks. Meie kavatsus on võimestada omavalitsusüksusi, ehitusprojektide juhte, arhitekte, projekteerijaid, töövõtjaid, koduomanikke ja meisterdamisentusiaste teadmistega, mida nad vajavad oma projektide jaoks kestlike ehitusmaterjalide valimisel.

Joonis. 1

Põhjamaade elamurajooni vaade.

Pildi on genereerinud Midjourney 6.0



Kataloog võib aidata...

... aru saada praegustest probleemidest.

Linnade muutmine turvalisteks ja ohututeks kohtadeks on märkimisväärne proovilepanek, mis vajab kestliku ehitamise edendamist kooskõlas kestliku arengu üldiste eesmärkidega. Programm „NonHazCity“, eriti just käimasolev INTERREG-i projekt „NonHazCity 3“, tegeleb selle väljakutsega aktiivselt ning töötab välja, katsetab ja levitab lahendusi ehitusvaldkonna huvirühmadele.

... leida kestlikke ehitusmaterjale.

Meie kataloogi tuum on (kestlike) ehitusmaterjalide ja -tarindite koond, mis toimib ehitusvaldkonnas praktilise kompassina kestlikkuse alal. Peatükkides 3 ja 4 on olulised ülevaated, mis julgustavad lugejaid tegema teadlikke otsuseid, mis on samas reas projekti „NonHazCity“ kolme sambaga, mis on toksilisus, ringlussevõetavus ja kliima. Projekti „NonHazCity“ kontekstis tähendab „toksilisus“ ohtlike ainete kõrvaldamist ehitusmaterjalidest, „ringlussevõetavus“ edendab suletud tsüklis toimuvat ja kestlikku lähenemist materjalide disainimisel ja kasutamisel, ning „kliima“ keskendub kliimasõbralike tootmistavade juurutamisele.

See koondab mitmesugustesse kategooriatesse kuuluvad (kestlikud) ehitusmaterjalid hoolikalt valitud kollektsiooni, mis aitab inimesi nende teekonnal kestlikumate valikute tegemisel.

Iga materjali või vaheühendi jaoks on esitatud iseloomustus koos keemilise koostise (toksilisuse), ringlussevõetavuse ja kliimasõbralikkuse aspektidega. Põhiline lähenemisviis on mitte konkreetsete ettevõtete toodete, vaid materjalirühmade hindamine. Seetõttu ei too kirjeldused esile konkreetseid tooteid. Sel viisil antakse materjalidele üldine hinnang, kuid ei anta üksikasjalisi hinnanguid ettevõtja X konkreetsetele toodetele. Üksikasjalise lisateabe saamiseks julgustame teid suhtlema otse tootjaga.

... saada teavet tavaliselt kasutatavate ehitusmaterjalide keemilise koostise kohta.

Lisaks (kestlike) ehitusmaterjalide otsingule võimaldab kataloogi peatükk „Ehitusmaterjalides olevad ained“ otsida ka konkreetseid kemikaale. Peatükis on ka loetelu ehitusmaterjalis leiduvatest kemikaalidest. Need kirjeldused pakuvad hõlpsat juurdepääsu teabele selle kohta, millise rühma kemikaale võib mingit liiki ehitusmaterjalis oodata. Seetõttu on esitatud ulatuslik nimekiri materjalidest, millest loobumist võiks toodete hankimisel kaaluda.

... parandada teadlikkust sellest, kuidas kokkupuude ehitusmaterjalides olevate ohtlike ainetega võib mõjutada inimese tervist

Peatükk tervishoiu kohta annab ülevaate sellest, kuidas ohtlikud ained, ehitusmaterjalid ja inimese tervis on omavahel seotud laiemalt kui vaid töötajate ohutus.

... leida kasulikke (öko)märgiseid ja sertifikaate, andmebaase, platvorme, muid teabeallikaid ja õigusnõudeid.

Lisaks on kataloogis peatükid õigusaktide kohta, andmebaaside, platvormide ja teabeallikate kohta ning ka märgistus- ja sertifitseerimissüsteemide kohta.

8. peatükk süveneb andmebaasidesse, platvormidesse ja teabeallikatesse ning pakub ülevaadet mitmesugustele sihtrühmadele. 7. peatükk uurib Läänemere maade õigusnorme ning 9. peatükk on pühendatud sertifitseerimisele ja (öko)märgistusele ning keskendub mitmesugustele ökomärgistele ja toote keskkonnadeklaratsioonide käsitlemisele, tõstes esile kogu hoone, mitte konkreetsete toodete märgiseid ja sertifitseerimist.

2 Sõnastik

Siit saab selgitusi kasutatavate mõistete ja lühendite kohta ning abi üldise konteksti mõistmiseks.



2 Mõisted ja tõlgendused

Aine (REACH)	Looduslik või tootmismenetluse teel saadud keemiline element või selle ühendid koos püsivuse säilitamiseks vajalike ja tootmismenetlusest johtuvate lisanditega, välja arvatud lahustid, mida on võimalik ainest eraldada, mõjutamata aine püsivust või muutmata selle koostist.
Arhitektiteenus, ehitiste planeerimise etapid	• Projekti põhialuste määratlemine • Eelprojekteerimine • Lõplik projekteerimine • Ehitusloa taotlemine • Jooniste valmistamine • Lepingu ettevalmistamine • Abistamine lepingu sõlmimisel • Projekti järelevalve • Projekti juhtimine ja dokumenteerimine
Basta	Üks Rootsi kolmest süsteemist ehitusmaterjalide ja -toodete hindamiseks.
BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen)	Saksamaa ehitusprojektide hindamissüsteem. Eesti k. „kestliku ehitamise hindamissüsteem“ on süsteem, mis annab raamistiku hoonete kestlikkuse hindamiseks.
Bioakumulatsioon	Aine sisalduse suurenemine organismis aja jooksul. Bioakumuleeruvad ühendid on tavaliselt rasvlahustuvad ja nad lagunevad elusorganismides vähe või ei lahustu üldse.
Biotsiid	Biotsiid on defineeritud kui mis tahes aine või segu niisuguses vormis, nagu see tarnitakse kasutajale, ning mis sisaldab või tekitab üht või enamat toimeainet. Selle põhieesmärk on kahjulike organismide hävitamine, tõrjumine, kahjutuks muutmine, nende toime ärahoidmine või muul viisil nende vastu võitlemine mis tahes muude meetoditega peale puhtfüüsikaliste või-mehhaaniliste toimingute.
Biosuurenemine	Tuntakse ka nimetusega biovõimendus või biomagnifikatsioon: ökoloogiline protsess, milles aine, näiteks mürgise kemikaali sisaldus organismi kudedes toiduahela ülemistel tasemetel järjest suureneb. See nähtus on eriti oluline rasvlahustuvate ja rasketilagunevate või-erituvate ühendite, näiteks paljude püsivate orgaaniliste saasteainete korral.
Byggsvarubedömningen, BVB	Rootsi süsteem ehitusmaterjalide ja -toodete hindamiseks.
CASi number	Number, mille annab ainetele Chemical Abstracts Service. Iga number määratleb ainutähenduslikult ühe aine. CASi numbreid kasutatakse üle kogu maailma.
CLP	Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 1272/2008, mis käsitleb ainete ja segude klassifitseerimist, märgistamist ja pakendamist.

CMR	Kantserogeenne, mutageenne või reproduktiivtoksiline.
DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	Saksamaa kestlike ehitiste sertifitseerimissüsteem.
ECHA	Euroopa Kemikaaliamet.
Ehitustoodete määrus (CPR)	Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) nr 305/2011, millega sätestatakse ehitustoodete ühtlustatud turustustingimused.
Endokriinfunktsiooni kahjustavad kemikaalid	Kemikaalid, mis võivad muuta hormoonsüsteemi, nt reproduktiivsüsteemi või immuunsüsteemi toimimist ja kahjustavad inimeste tervist või keskkonda. Sellised kemikaalid võivad avaldada toimet väga väikeses koguses ning võivad põhjustada inimeste või loomade pikaajalisi kahjustusi.
Esilekerkivad saasteained	Keemilised ühendid, mis on juba laialdaselt kasutusel või esinevad keskkonnas, mis on hiljuti tunnistatud inimeste tervisele või keskkonnale ohtlikuks, ja tekitavad järjest suuremaid probleeme.
GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)	Ühtne ülemaailmne kemikaalide klassifitseerimise ja märgistamise süsteem on vabatahtlik rahvusvaheline kokkulepe standardsel viisil keemiliste ohutegurite tuvastamiseks ja nende kohta teabe edastamiseks. GHS määratleb ohutegurite liigid ja annab juhtnööre kemikaalide ohtlikkuse analüüsimiseks. Lisaks pakutakse välja standardfraasid, mis teavitavad kemikaalikasutajaid nendest ohtudest. GHS on kasutusele võetud paljudes, kuid mitte kõigis riikides. Euroopa Liidus on see kasutusele võetud CLP-määrusega (vt CLP).
Harmoneeritud standardid	Standardid, mis on määratletud Euroopa standardimist käsitleva Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 25. oktoobri 2012 määruse (EL) nr 1025/2012 artikli 2 lõike 1 punktis c.
Hermeetikud	Tühikute ja vuukide täitmiseks kasutatavad materjalid, mis väldivad õhu, vee, tolmu ja teiste keskkonnategurite sissetungi.
Igavesed kemikaalid	Püsivad või väga püsivad kemikaalid, mis pole kergesti biolagundatavad ja püsivad keskkonnas kaua aega. Tavaliselt nimetatakse „igavesteks kemikaalideks“ polü- ja perfluoritud ühendeid.
Jälgedena esinevad koostisained	Segus või ehitusmaterjalis esinevad teatud materjalide või ainete väga väiksed kogused. Need koostisained esinevad tüüpiliselt väga väikestes kogustes, kuid neil võib olla väga oluline roll kõigi materjali omaduste mõjutamisel.
Jäägid	Kemikaalis või materjalis tavaliselt jälgedena esinevad ained, mis pole toimimise või rakenduse jaoks vajalikud. Tavaliselt kasutatakse nende kohta tehnilist mõistet „tahtmatult lisatud ained“. Need võivad olla saasteained, reaktsioonide kõrvalsaadused, reageerimata lähteained või lagusaadused, jäätmed jne.
Kandidaatainete loetelu REACH-is	Väga ohtlike ainete (SVHC) nimekiri, mille hulgast valitakse REACH-määruse XIV lisasse (autoriseerimisele kuuluvate ainete nimekirja) arvatavad ained. Kandidaatainete loetelu on loodud REACH-määruse artikli 59 kohaselt.

2 Mõisted ja tõlgendused

Kandetarindid	Konstruksioonielemendid (näiteks seinad ja sambad), mis on mõeldud ehitise raskuse kandmiseks ja stabiilsuse tagamiseks. Need elemendid taluvad mitmesuguseid koormusi, näiteks elanikke ja keskkonnajõude. Mittekandvad komponendid, näiteks siseseinad, ei pea kandma konstruktsioonide raskust, kuid aitavad ruumi jagada. Kandetarindid on olulised ehitus- ja renoveerimistööde ohutuse tagamisel.
Kantserogeen	Aine või segu, mis kutsub esile vähkkasvaja või suurendab selle esinemust.
Keemiline ühend	Aine, mis koosneb paljudest ühesugustest molekulidest (või molekulaarsetest üksustest), milles on rohkem kui ühe keemilise elemendi aatomeid, mida hoiab koos keemiline side. Seetõttu pole ainult ühe elemendi aatomitest koosnev molekul ühend. Ühendi saab keemilise reaktsiooniga, muundada muuks aineks. Reaktsioon võib hõlmata vastastiktoimet muude ainetega. Selles protsessis võivad aatomitevahelised sidemed katkeda või tekkida uued sidemed. Sõltuvalt sellest, kuidas aatomid on omavahel seotud, eristatakse nelja olulisemat liiki ühendeid. Molekulaarseid ühendeid hoiavad koos kovalentsidemed; ioonilisi ühendeid hoiavad koos ioonsidemed; intermetallilisi ühendeid hoiavad koos metallsidemed; kompleksühendeid hoiavad koos koordinatiivsed kovalentsidemed.
Kemikaal/segu	Aine või segu, mida müüakse tööstuslikuks ja/või tavakasutuseks. Näitena võib tuua liimid, lakid ja polümeersed ühendid.
Kemikaaliarvestus	Töövahend, mis võimaldab ettevõttel süstemaatiliselt hallata hangitud ja kasutatavate kemikaalide kohta käivat teavet. Vahendid võivad ulatuda lihtsatest Exceli tabelitest keeruliste materjalihaldussüsteemideni, mida pakuvad suured IT-firmad. Kemikaaliarvestus hõlmab tüüpiliselt ettevõttes kasutatava kogu tooraine ja toob välja ohtlike kemikaalide koostise. Selles on näidatud vähemalt kemikaali nimetus, CAS-number, ohuteguri liik (nt CLP määrase ohulausete kaudu) ja sisaldus tooraines.
Keskkonnahoidliku ehitamise standardid	Keskkonnahoidliku ehitamise standardid on suunised, mis edendavad ehitamisel keskkonnasõbralikke ja energiatõhusaid tavasid. Need keskenduvad sellistele teguritele nagu energiatõhusus, vee säästmine ja kestlike materjalide kasutamine, mis vähendavad keskkonnamõju.
Keskkonnahoidlik hange ja kestlik hange	Kestlik hange on laiemal lähenemisviisiga ning võtab arvesse toodetega seotud ühiskondlikud, keskkondlikud ja majanduslikud tegurid, samas kui keskkonnahoidlik hange keskendub eelkõige toodete keskkonnamõjudele.
Kestlik	Ehituses tähendab „kestlik“ tavasid, mis minimeerivad keskkonnamõju, eelistavad ressursitõhusust ja peavad silmas pikaajalist ökoloogilist, ühiskondlikku ja majanduslikku heaolu.
Kestlikud ehitusmaterjalid	Keskkonnasõbralikud ehitusmaterjalid, mis on mõeldud keskkonnamõju vähendamiseks ja on ressursitõhusad. Lisaks keskkonnasõbralikkusele edendavad nad ka hoonetes elavate inimeste tervist ja heaolu.

Kestlikult majandatud metsad (SFM)	Metsade vastutustundlik järelevalve, mis juhindub kestliku arengu põhimõtetest. See otsib tasakaalu ökoloogiliste, majanduslike ja sotsiaalkultuuriliste aspektide vahel ning võimaldab puude kasutamist, säilitades samas looduslikud häiringu- ja taastumismustrid. Kestlik metsamajandus aitab süsiniku säilitamisega puudes ja mullas kaasa kliimamuutuse leevendamisele ning kindlustab samas kestva varustamise taastuva toorainega metsa vastutustundliku majandamise kaudu.
Kliimaneutraalsus	Kontseptsioon seisundist, kus inimtegevus ei avalda kliimasüsteemile mingit netomõju. Sellise seisundi saavutamiseks on vaja tasakaalustada jääkheitmeid heitkoguste (süsinikdioksiidi) eemaldamisega ning arvestada inimtegevuse piirkondlike või kohalike biogeofüüsikaliste mõjudega, mis näiteks mõjutavad pinna albeedot või kohalikku kliimat. (Allikas: IPCC sõnastik)
Kliimasõbralikkus	Kontseptsioon hõlmab toodete, komponentide, tehnoloogiate ja ehitustavade rakendamist, millel on võimalikult vähe kasvuhoonegaaside heitkoguseid, et vältida negatiivset mõju keskkonnale.
Kokkupuude	Organismi kokkupuudet kemikaaliga.
Kokteiliefekt	Mitme (ohtliku) kemikaali koostoimest tingitud mõju või võimalik mõju (sünergistlik, antagonistlik või aditiivne). Tavaliselt on kokteiliefektid teadmata või põhjalikult uurimata.
Komposiitmaterjalid	Muundatud materjalid, mis saadakse kahe või enama koostisosa kombineerimisel teatud toimivusomaduste saavutamiseks. Need koostisosad võivad olla looduslikud lähteained, sünteetilised materjalid või mõlema kombinatsioon.
Kõvendid	Kõvendi on aine, mis soodustab molekulaarsidemete teket ja paneb materjalide (nt polümeeride) pinna kõvenema. Neid on kolme liiki: pinnaga reageerivad ained, materjaliga mittereageerivad katalüsaatorid ja initsiaatorid, mis käivitavad kõvenemisreaktsiooni selles edaspidi osalemata.
Lakid	Pindadele, eelkõige puidule kantavad vedelad kattematerjalid, mis parandavad väljanägemist ja annavad kaitset. Need tekitavad läbipaistva läikiva või poolläikiva viimistluskihi, mis parandab väljanägemist ja vastupidavust ning kaitseb niiskuse ja UV-kiirguse eest.
Lisandid	Materjalile, näiteks plastile või kummile lisatavad eriotstarbelised ained, mis annavad sellele teatud tehnilised omadused. Näiteks pehmendeid lisatakse PVC-le selle elastseks muutmiseks, ristsidemeid moodustavaid aineid lisatakse polümeeridele, kus polümeeriahelate vahele moodustuvad sidemed tekitavad stabiilse struktuuri.
Logiraamat	Nimekiri, kus ehitusprojektides dokumenteeritakse ja loetletakse kasutatavad tooted ja materjalid, keskendudes peamiselt sisseehitatud toodetele. Eesmärk on säilitada nimekirja kogu hoone elutsükli jooksul ja tagada jälgitavus, et teada saada, kus tooteid ja teatud aineid kasutatakse. See hõlbustab ringlussevõttu ja jäätmekäitlust renoveerimise ja lammutamise ajal.

2 Mõisted ja tõlgendused

LOÜ	Lenduv orgaaniline ühend. Tavaliselt väikese molekulmassiga kemikaal, mis aurustub kergesti keskkonda. Näide: mööblis leiduvatest vaikudest vabanev formaldehüüd.
Membraan	Tehnikas ja ehitusel toimivad membraanid tõkete või eraldajatena. Vee- või ilmastikukindlaid membraane kasutatakse tavaliselt katusekatetes vee sissetungi vältimiseks.
Migratsioon	Nähtus, kus ained liiguvad maatriksi sees. Näiteks pehmendid, mida kasutatakse polümeerides, migreeruvad läbi materjali ja viimaks jõuavad pinnale, kust nad saavad aurustuda või leostuda. Migratsioonikiirus on migratsiooni toimumise kiirus.
Mürgivaba	Tähendab kahjulikest toksiinidest ja saasteainetest vabu materjale ja tavasid, mis edendavad ehitatud keskkonna ohutumaks muutmist. Vt ka „nullsaaste eesmärk“
Mürgivaba ehitamine	Ehitamine, kus välditakse ohtlike ainete kasutamist materjalides või viimistluses, mistõttu väheneb hoonete mõju inimeste tervisele ja keskkonnale (eriti vesikeskkonnale).
Nullsaaste eesmärk	Euroopa roheleppes sätestatud tegevuskava Euroopa kodanike ja ökosüsteemide kaitseks. Nullsaaste visioon aastaks 2050 näeb ette õhu-, vee- ja pinnasereostuse vähendamise tasemeni, mis pole enam tervisele ja looduslikele ökosüsteemidele ohtlikud. Järgitakse piire, millega meie planeet toime tuleb, ja seega luuakse mürgivaba keskkond.
Oht	Ükskõik milline olukord, seisund või aine, mis võib tekitada kahjustusi, vigastusi, varalist kahju või kahjulikke tervisemõjusid. Ehitusega seotud ohud võivad hõlmata mitmesuguseid tegureid, nagu ohtlikud töötingimused, ohtlikud materjalid, seadmerikked ja muud ohud, mis võivad halvendada töötajate, elanike või ehitusobjekti ohutust.
Ohtlikud omadused	Ehitamise ja hoonete kontekstis tähendavad ohtlikud omadused ehitamisel kasutatud materjalide või ainete omadusi, mis võivad ohustada ehitustööliste ja elanike tervist ja turvalisust või keskkonda. See võib tähendada mürgisust, tuleohtlikkust ja söövitavust, mistõttu ohu minimeerimiseks on oluline käidelda selliste omadustega aineid ettevaatlikult.
Ohukategooria (GHS/CLP)	Kirjeldab kriteeriumide jagunemist igas ohuklassis, nt äge suukaudne mürgisus hõlmab viit ohukategooriat [1., 2., 3., 4. ja 5. ohukategooria] ning tuleohtlikud vedelikud hõlmavad nelja ohukategooriat.
Ohuklass (GHS/CLP)	Iseloomustab füüsikalist, tervise- või keskkonnoahtu (nt „tuleohtlik tahke aine“, „kantserogeen“, „suukaudne äge mürgisus“). Ohuklasse ei tohiks käsitada kui üldisemaid ohukategooriaid.
Ohulause (GHS/CLP)	Ohuklassi ja -kategooriaga seotud lause, mis kirjeldab ohtliku tootega seotud ohtude iseloomu ja asjakohasel juhul ka ohumäära. Näide: kemikaal, mis on määratud ohuklassi „kantserogeen“ ja ohukategooriasse „1A“, seotakse ohulausega „Võib põhjustada vähktõbe“.

Ohumärgistus (GHS/CLP)	Ohtliku toote kohta käivad ja vastavalt kasutusvaldkonnale valitavad asjakohased kirjalikud, trükitud või graafilised teabeelemendid, mis on kinnitatud või trükitud ohtlikku toodet vahetult hoidvale mahutile või ohtliku toote välispakendile.
Ohutu	Tähendab, et puudub oht või risk, mis võib kahjustada töötajaid, keskkonda või majades või nende ümbruses elavaid inimesi.
Ohutud ained/materjalid	Ained, mille kohta on piisavalt andmeid, et need ei vasta ohtlike ainete kriteeriumidele. Ohutud on sellised materjalid, mis tavakasutusel, käitlemisel ja pärast kasutuselt kõrvaldamist ei ohusta tervist ega keskkonda.
Ohutuks kujundamine (disain)	Tähendab ohutusfunktsioonide ja-kaalutluste kaasamist projekti kavandamisel. Sellise ennetava lähenemise eesmärk on teha kindlaks ja kõrvaldada võimalikud ohutegurid ning tagada ehitustegevuse ja valmishitise loomupärane ohutus töötajatele, elanikele ja keskkonnale.
Ohutuks ja kestlikuks kujundamine	Euroopa komisjoni soovitatav vabatahtlik meetod kemikaalide ja materjalidega seotud uuenduste suunamiseks, mille eesmärk on: • uuenduste juhtimine tööstuse rohelise ja kestliku ülemineku suunas; • probleemainete asendamine või nende tootmise ja kasutamise minimeerimine kooskõlas olemasolevate ja tulevaste regulatiivsete nõuetega ja nendest kaugemale; • tervise-, kliima- ja keskkonnamõjude minimeerimine kemikaalide, materjalide ja toodete hankimisel, tootmisel, kasutamisel ja kasutuselt kõrvaldamisel.
Ohutuskaart (SDS)	Teabekogum, mis on vajalik ohtliku aine või segu ohutuks käitlemiseks. Riikides ja piirkondades, kus ohutuskaardid on õiguslikult nõutavad (nt Euroopa Liidus ja Hiinas), on need tavaliselt selge ülesehitusega ja mitmesuguste alajagudega (määratletud REACH määrusega). Ohutuskaarte nimetatakse mõnikord ka materjali ohutuskaartideks (MSDS).
Olulusringi hindamine	Meetod toodete (süsteemide) keskkonnamõju hindamiseks. Hinnang põhineb materjali- ja energiavoogudel toote elutsükli kõigis etappides. See hõlmab ka registreeritud ainete klassifitseerimist ja iseloomustamist nende keskkonnamõju põhjal (mõjuhinnaangut) ning järgnevat hindamist.
Pinnakatted	Pinnakatted on materjalikihid, mis kantakse eseme pinnale selle kaitseks, kaunistamiseks või mingi funktsionaalsuse saamiseks, näiteks vastupidavuse, välimuse või toimivuse parandamiseks.
PBT	Püsiv, bioakumuleeruv ja toksiline aine.
PMT	Püsiv, liikuv ja toksiline aine.
Polümeerid	Suured molekulid, mis koosnevad omavahel ühendatud väiksematest lülidest, mida nimetatakse monomeerideks.

2 Mõisted ja tõlgendused

Polümeerid ja (jääk) monomeerid

Keemias või tootmises kasutatav mõiste, mis kirjeldab tootes olevate polümeeride ja reageerimata jäänud monomeeride kombinatsiooni. Polümeerid on suured molekulid, mis koosnevad väiksematest lülidest, mida nimetatakse monomeerideks. Jääkmonomeerid on sellised monomeerid, mis pole polümeriseerunud ja on jäänud valmistootesse. Jääkmonomeeride esinemise jälgimine on oluline, kuna nad võivad mõjutada polümeerse lõppsaaduse omadusi ja ohutust.

Probleemne kemikaal

Probleem võib olla tingitud aine loomupärastest omadustest (eraldiseisev probleem või kombinatsioonis ainega kokkupuute tõenäosusega): s.t probleem võib olla ohupõhine või riskipõhine. Ohupõhiseid probleeme saab eristada i) ohukategooria järgi (nt on reproduktiivtoksilisus tavaliselt probleemsem kui ärritus) ja ii) pädevate asutuste kinnitatud tõendite ulatuse järgi. REACH./CLP maailmas on eristamine järgmine.

- Ohukategooriad, mis üldiselt on i) ohtlikud või ii) väga ohtlikud. Tavaliselt eeldatakse kaudselt, et probleem on olemas, kui inimesed või keskkond võivad ainega kokku puutuda.
- Ained, mille osas on EL-i liikmesriigid ohus kokku leppinud ühtlustatud klassifikatsiooni ja/või väga ohtlike ainete nimekirja kaudu.
- Ained, mis arvatavasti vastavad mõne ohukategooria kriteeriumidele (kaaluka tõendusmaterjali põhjal), kuid mille hindamisel pole veel jõutud kindlate järeldusteni.
- Ained, millele on kohaldatud piiranguid (kokkulepitud ohutegurite põhjal) või mille suhtes on alustatud piirangute kohaldamisega (tehakse ka rahvusvaheliselt)

Kemikaalide riskipõhine piiramine: REACHi reguleerimisalas keskendub kemikaalide riskipõhine piiramine inimeste tervisele või keskkonnale vastuvõetamatute kemikaaliriskide ohjamisele. Selline lähenemine võtab arvesse nii aine ohtlikud omadused kui ka kokkupuute tõenäosuse.

Definitsioon: regulatiivne meede, mis piirab või keelab aine tootmist, turuleviimist või kasutamist ja mis põhineb tegelike riskide hindamisel teatud kasutusolukordades, milles võetakse arvesse nii ohu- kui ka kokkupuutetegurid.

Kemikaalide ohupõhine piiramine: REACHi reguleerimisalas on kemikaalide ohupõhine piiramine seotud eelkõige ainetega, mille loomupärased omadused muudavad nad ohtlikuks kokkupuutetasemest sõltumata. Seda lähenemisviisi näitlikustab väga ohtlike ainete (SVHC) kohtlemine.

Definitsioon: regulatiivne meede, mis piirab või keelab aine kasutamist ainult selle loomupäraste ohtlike omaduste põhjal, ilma kokkupuutestsenaariume või riskitaset arvesse võtmata.

1. ja 2. ohukategooria probleemsed kemikaalid kuuluvad kohustuslikule reguleerimisele (nt keelustatakse või kehtestatakse ranged piirnormid). Kolmanda ohukategooria probleemsete kemikaalidega tegelemine võib olla osa ambitsioonikast ja ennetavast kemikaalihaldusest ja võib ulatuda kaugemale õigusaktide nõuete järgimisest.

EL-i kestlikkust toetav kemikaalistrateegia „Mürgivaba keskkonna loomise suunas“ kohaselt hõlmavad probleemsed ained selle strateegia ja seotud meetmete kontekstis eelkõige aineid, mis on kroonilise mõjuga inimeste tervisele või keskkonnale (REACH-i ja CLP-määruse VI lisa kandidaatainete loetelu), samuti neid, mis takistavad ohutu ja kvaliteetse sekundaarse tooraine ringlussevõttu.

Püsiv orgaaniline saasteaine (POS)

Püsivate orgaaniliste saasteainete esialgne nimekiri koostati püsivate orgaaniliste saasteainete Stockholmi konventsiooni jaoks, mis on 2001. aastal sõlmitud rahvusvaheline leping, mille eesmärk on püsivate orgaaniliste saasteainete tootmise ja kasutamise piiramine. Algselt oli nimekirjas 13 kemikaali, sealhulgas kurikuulus pestitsiid DDT ja muud kloororgaanilised ühendid. Nüüd lisanduvad kemikaalide nimekirja uued ühendid.

Raskmetall

Metallilised elemendid, millel on suhteliselt suur tihedus võrreldes veega. Eeldusel, et tihedus ja toksilisus on omavahel seotud, loetakse raskmetallideks ka metalloide (nt arseen), mille väikesed kogused on mürgised.

REACH

Kemikaalide registreerimine, hindamine, autoriseerimine ja piiramine (õigusakt).

Ringluspõhisus

Ressursside, materjalide ja toodete suletud tsüklilise süsteemi, mis nii kaua kui võimalik hoiab alal ressursside ja toodete väärtust ja kasutatavust, minimeerib jäätmete tekke ja maksimeerib ressursitõhusust. Soodustatakse ringlussevõttu, taaskasutust, renoveerimist ja jagamist ning eelistatakse hõlpsat parandamist, uuendamist ja demonteerimist. Eesmärk on ohtlike ainete eemaldamine materjaliringlusest ja keskkonnamõju vähendamine ringmajanduse võimaldamine.

Risk tervisele ja keskkonnale

Tervise- ja keskkonnakahjude tekkimise võimalikkus. Seda võivad tekitada ohtlikud ained, ohtlikud tingimused, õnnetused, keskkonnakahjud, ohtlike omaduste kombinatsioon ja kokkupuute ulatus.

Saastekolle

Koht hoones, kus on suurenenud kokkupuute ohtlike kemikaalidega või kus toimub kemikaalide eraldumine.

Segu

Rohkem kui kahe aine või ühendi tahtlikult toodetud segu. Segu võidakse tähistada ka sõnadega „valmistis“ või „formulatsioon“. Näiteks lakid, värvid, „lisandipakid“, s.o polümeeride koostisse viidavate lisandite valmissegud, jt.

Soojustusmaterjalid

Tekitavad hoone soojusümbrise ja vähendavad soojusülekanne. Need on mitmesuguse kuju, koostise ja otstarbega ning takistavad soojusülekanne soojusjuhtivuse, kiirguse või konvektsiooni kaudu.

2 Mõisted ja tõlgendused

Sunda Hus	Üks Rootsi kolmest süsteemist ehitusmaterjalide ja -toodete hindamiseks.
Säilitusaine	Biotsiidne aine või segu, mis lisatakse kemikaalisegu koostisesse selle kasutusea pikendamiseks ja mikrobioloogilise lagunemise vältimiseks.
Taustandmebaas	Andmebaas, mis on mõeldud lõppkasutajatele vahetult mittejuurdepääsetavate või-muudetavate andmete salvestamiseks ja haldamiseks.
Toetumine kolmele sambale	Mõiste „kestliku arengu kolm sammast“ tähendab kolme omavahel ühendatud fookusala, mis on pikaajalise kestlikkuse saavutamiseks üliolulised. Esimene samm on ökoloogiline kestlikkus, mis peab tagama ökosüsteemide tervise ja heaolu. Teine samm on majanduslik kestlikkus, mille eesmärk on pikaajalise õitsengu ja majanduskasvu soodustamine keskkonda kahjustamata. Kolmas samm on ühiskondlik kestlikkus, mis tõstab esile kõigi ühiskonnaliikmete õigused ja heaolu. Need kolm sammast on omavahel seotud ning kestliku arengu saavutamiseks tuleb neid tasakaalustada, et neist saaksid kasu nii praegused kui ka tulevikupõlvkonnad.
Toimivusdeklaratsioon	Ehitustoodete määrusega nõutav dokumentatsioon ehitustoodete toimivusnäitajate ja nende oluliste omaduste kohta. Toimivusdeklaratsiooniga võtab tootja vastutuse ehitustoote vastavuse eest deklareeritud toimivusele. Siia maani ei ole hõlmatud keskkonnaomadused.
Toksiline, mürgine	Materjalid, ained või tavad, mis kasutavad kahjulikke või mürgiseid komponente, mis võivad ohustada ehitustööliste ja elanike tervist või keskkonda.
Toode	Seda mõistet kasutatakse ükskõik millise eseme (artikli) kohta, mida ei loeta kemikaaliks. Üldiselt on tootel otstarbekohane kuju ja vorm, samas kemikaalide otstarbe määrab peamiselt nende koostis.
Tooraine	Töötlemata või vähetöödeldud materjal, mis on lähedal oma algolekule.
Toote keskkonnadeklaratsioon	Dokument, milles on toote olelusringi hindamisel põhinevad deklaratsioonid. Lisaks olelusringi hindamise teabele on esitatud ka toote tehnilised ja funktsionaalsed omadused. Toote keskkonnadeklaratsioonid on mõeldud teabevahetuseks tarneahelas.
Vastavusdeklaratsioon	Allkirjastatud dokument, milles tootja (või tema volitatud esindaja) võtab vastutuse konkreetse toote kohta käiva teabe õigsuse ning toote vastavuse eest asjakohastele nõuetele ja standarditele. Valikuliselt võib lisada tõendid väidete paikapidavuse kohta.
Veedirektiiv	Vee raamdirektiiv 2000/60/EÜ on Euroopa Liidu õigusakt, mis kohustab liikmesriike aastaks 2015 tagama kvaliteetse vee piisava koguse kõigis veekogudes. Direktiivi järgi hinnatakse veekogude ökoloogilist ja keemilist seisundit nende bioloogilise, hüdro-morfoloogilise ja füüsikalise-keemilise kvaliteedi põhjal. Aastaks 2015 peab põhjavesi saavutama hea kvantitatiivse seisundi ja hea keemilise seisundi ökoloogiliste kvaliteedisuhete kriteeriumide põhjal. Direktiiv rõhutab sidusrühmade aktiivset osalemist selle rakendamisel kooskõlas Århusi konventsiooniga.

Viimistlusmaterjalid	Pinnale kantavad materjalid, näiteks värvid, peitsid, lakid, vahad ja õlid. Nad võivad olla sünteetilised või looduslikud.
VPvB	Väga püsiv ja väga bioakumuleeruv aine.
VPvM	Väga püsiv ja väga liikuv aine.
Väga ohtlikud ained (SVHC)	Väga ohtlikud ained on REACHi määruse kontekstis ained, mis nende ohtlike omaduste tõttu on kantud REACH-i kandidaatainete loetellu.
Väikeste annuste mõju	Väidetav bioloogiline toime, mis avaldub annuste korral, mis on väiksemad kui need, mida katsetatakse standardsetes toksikoloogiauuringutes. Seda mõistet kasutatakse sageli, kui annused on väiksemad kui täheldatava kahjuliku toimeta doos (NOAEL) või need, mida inimene saab kokkupuutel keskkonnaga. Mõned teadlased arvavad, et teatud kemikaalid võivad isegi väikestes annustes jäljendada hormoone ja avaldada mõju, mida ei täheldata standardsetes toksikoloogiauuringutes kasutatavate suuremate annuste korral.
Ökodisain	Keskkonnasäästlikkuse kaalutluste integreerimine toote omadustesse ja kogu tooteväärtusahelas toimuvatesse protsessidesse.
Ökomärgis	Vabatahtlik meetod keskkonnatõhususe sertifitseerimiseks märgisega, mis tähistab eelistatud keskkonnatoimega tooteid. Sertifitseeritud ökomärgis on kõige usaldusväärsem viis tarbijate teavitamiseks toote keskkonna- ja kemikaaliohutuse aspektidest.

Kasutatud meditsiini- ja teadustermid

Rasvkude	Keha rasvasäilitussüsteem. Teatud kemikaalid, näiteks püsivad orgaanilised saasteained, võivad kuhjuda sellesse koesse ning põhjustada pikaajalist kokkupuudet ja terviseriske.
Allergeenid	Ained (nt lenduvad orgaanilised ühendid või biotsiidid), mis võivad vallandada allergilise reaktsiooni, sealhulgas lööbe, hingamisteede ärrituse või astma.
Bioakumulatsioon	Aja jooksul kahjulike ainete (nt per- ja polüfluoritud alküülühendite (PFAS) või polüklooritud bifenüülide (PCB)) järkjärguline kuhjumine elusorganismide kudedes, mis avaldab kroonilist tervisemõju.
Kantserogeenid	Vähktõbe tekitavad ained. Paljud ehitusmaterjalides leiduvad kemikaalid (nt formaldehüüd, benseen ja polüklooritud bifenüülid) on klassifitseeritud kantserogeenideks.
Krooniline kokkupuude	Pikaajaline või korduv kokkupuude kahjuliku ainega, mille kontsentratsioon on sageli väike. Seda liiki kokkupuutel võivad ohtlikud ained aja jooksul kehas kuhjuda ja tekitada pikaajalist tervisemõju.
Kognitiivsed häired	Probleemid mälu, keskendumisega või probleemide lahendamisega. Neid põhjustab kokkupuude endokriinfunktsiooni kahjustavate kemikaalidega ja neurotoksiliste ainetega, näiteks ftalaatide ja leegiaeglustitega.

2 Mõisted ja tõlgendused

Nahakaudne imendumine	Protsess, kus kemikaalid läbivad naha ja satuvad vereringesse. Sel viisil võivad imenduda ehitusmaterjalides leiduvad kemikaalid, näiteks ftalaadid ja bisfenoolid.
Arenguhäired	Füüsilist, emotsionaalset või kognitiivset arengut pärssivad seisundid, millega on sageli seotud kokkupuude kemikaalidega (näiteks PFAS-ide, ftalaatide või bisfenoolidega) looteas.
Endokriinsüsteem	Hormoone reguleeriv kehasüsteem, mis juhib kasvamist, sigimist ja ainevahetust. Kemikaalid (nt endokriinfunktsiooni kahjustavad kemikaalid) võivad selle süsteemi tööd häirida ja põhjustada mitmesuguseid terviseprobleeme.
Endokriinfunktsiooni kahjustamine	Loodusliku hormoonsüsteemi töö häirimine endokriinfunktsiooni kahjustavate kemikaalidega. Need kemikaalid võivad jäljendada, blokeerida või muuta kehahormoonide tootmist, vabanemist, transporti või toimet ning tekitada mitmesuguseid tervisehäireid.
Genotoksilisus	Kemikaalide võime kahjustada geneetilist materjali (DNA-d) ja tekitada mutatsioone, mis võivad põhjustada vähktõbe või pärilikke haigusi. Sellised on näiteks polüaromaatsed süsivesinikud ja teatud leegiaeglustid.
Immuunsupressioon	Immuunsüsteem nõrgenemine, mistõttu keha muutub nakkustele vastuvõtlikumaks. Immuunsüsteemi kahjustamisega on seotud PFAS-e ja mõnesid leegiaeglusteid.
Viljatus	Võimetus saada lapsi. Nii meeste kui ka naiste viljatust võib tekitada kokkupuude endokriinfunktsiooni kahjustavate kemikaalidega, näiteks ftalaatide, bisfenoolide ja alküülfenoolidega.
Ainevahetushäired	Kehas energia kasutamist halvendavad seisundid, näiteks rasvumine ja diabeet. Neid põhjustab kokkupuude endokriinfunktsiooni kahjustavate kemikaalidega, näiteks PFAS-ide, ftalaatide ja bisfenoolidega.
Neuroloogilised arenguhäired	Laste aju arenemist pärssivad probleemid, näiteks IQ vähenemine ja käitumisprobleemid, millega on sageli seotud kokkupuude kemikaalidega (näiteks fosfaatorgaaniliste leegiaeglustite ja polüklooritud bifenüülidega).
Neurotoksilisus	Närvisüsteemi kahjustused, mida põhjustab kokkupuude kahjulike kemikaalidega (nt leegiaeglustite, lenduvate orgaaniliste ühendite või polüklooritud bifenüülidega). Sümptomitena võivad avalduda peavalud, mälu probleemid või arengu hilistumine.
Tahked osakesed	Õhus hõljuvad imepisikesed osakesed, mis sissehingamisel võiva põhjustada hingamishäireid. Sageli vabanevad ehitamise ajal või ehitusmaterjalide lagunemisel.
Sünnieelne kokkupuude	Rasedusaegne kokkupuude ohtlike kemikaalidega, mis võivad häirida loote arengut ja suurendada kaasasündinud väärarendite, väikese sünnikaalu ja pikaajaliste tervisehäirete riski.

Reproduktiivtoksilisus	Sigimisorganite või-funktsiooni kahjustused, mida põhjustavad kemikaalid, näiteks ftalaadid ja bisfenoolid. Mõju võib avalduda hormonaalse tasakaalutusena, viljatusest või järeltulijate arenguhäiretena.
Hingamisteede ärritus	Hingamisteede ärritus või põletik, mis tekib kokkupuutel lenduvate orgaaniliste ühenditega, tahkete osakestega või formaldehüüdiga ning põhjustab köha, vilisevat hingamist ja õhupuudust.
Poollenduvad orgaanilised ühendid (PLOÜ)	Kemikaalid, mis aurustuvad aeglasemalt kui lenduvad orgaanilised ühendid, kuid võivad jääda püsima siseõhku või tolmu ja tekitada pikaajalise kokkupuutega seotud riske. Sellised on näiteks ftalaadid ja leegiaeglustid.
Kilpnäärme talitlushäired	Kilpnäärme hormoonide tasakaalustamatusega seotud häired, mida põhjustavad kemikaalid, näiteks PFAS-id või alküülfenoolid. Nende põhjustatavad sümptomid on näiteks väsimus, kaalutõus ja laste arengu hilistumine.
Toksilisus/mürgisus	Näitab, mil määral võib aine elusorganisme kahjustada. Ehitusmaterjalides võivad olla mürgised kemikaalid, nagu raskmetallid, lenduvad orgaanilised ühendid ja püsivad saasteained.
Haavatavad elanikkonnarühmad	Rühmad, mida kemikaalidega kokkupuude ohustab rohkem, näiteks rasedad, väikelapsed, lapsed, vanurid ja juba olemasolevate haigusseisunditega inimesed.

3 Materjalid ja vaheained

Ehkki me püüame anda terviklikku ülevaadet, pöörake tähelepanu sellele, et siin kataloogis pole tehnilisi andmeid, konkreetseid kaubamärke ega tootmisprotsesside üksikasjalikku kirjeldust. Meie fookuses on ülevaate andmine saadaolevatest (kestlikest) materjalidest ning julgustamine nende uurimiseks ja kaasamiseks projekteerimisse ja ehitamisse.

Edasised peatükid annavad ülevaate kõigist materjalikategooriatest, millega kaasnevad materjalide pildid ja põhjalikud nimekirjad selle kohta, mida vastava kategooria toote valimisel tuleks silmas pidada. Kutsume teid kasutama seda kataloogi väärtusliku vahendina inimeste ja ökoloogilist heaolu esikohale seadva ning kestlikku ja tervislikku ehitatud keskkonda edendava ruumi loomiseks.

Käesolevas kirjandusülevaates loetakse materjalideks ehituses kasutatavad ained või ainete segud, samas tooted on üldiselt kahe või enama materjali kombinatsioonid. Nii materjalide kui ka toodete hindamise alus on keskkonnasäästlikkuse kolm aspekti (CCC; Chemicals, Climate, Circularity): kemikaalid (toksilisus), kliima (eralduvad kasvuhoonegaasid ja heitkogused) ning ringlussevõetavus.

Mürgisust hinnatakse toksiliste ainete sisalduse järgi materjalis või tootes ning nende sisekeskkonda või looduskeskkonda eraldumise tõenäosuse järgi nii aja jooksul kui ka nende kasutamise ajal (näiteks töötajate terviseprobleemide tekkimise seisukohalt). See hõlmab ka seda, kas materjali või toote valmistamine või käitlemine kasutusea lõpus vajab mürgiste ainete kasutamist ja/või põhjustab mürgiste ainete eraldumist.

Mõju kliimamuutusele hinnatakse materjali või toote kasvuhoonegaaside heite ja globaalse soojenemise potentsiaali põhjal, keskendudes tootmisetappidele A1–A3. Standardi EN 15804+A1 („Ehitiste jätkusuutlikkus. Keskkonnadeklaratsioonid. Ehitustoodete tootekategooria üldreeglid“) järgi hõlmavad staadiumid A1–A3 järgmist.

- A1 Tooraine, sealhulgas teiseste materjalide hankimine.
- A2 Tooraine ja teisese materjali transportimine tootjale.
- A3 Ehitustoodete valmistamine ja ahelas eespool olevad protsessid materjali kogumisest tehaseväravateni.

Materjali või toote ringlussevõetavust hinnatakse taaskasutamise, taastootmise ja materjalide ringlussevõtmise potentsiaali, aga ka ringlussevõetud tooraine sisalduse järgi. See hõlmab ringlussevõtmise kestvuse, kvaliteedi ja kättesaadavuse ning kasvuhoonegaaside heite vähendamise võimaluste ülevaadet. Kui see on asjakohane, kirjeldatakse ringlussevõtutaristut.



Töötlemata puit

Joonis. 2

Ehituspuit

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Puit on looduslik materjal, mida saadakse puutüvedest, -juurtest või -okstest. Seda kasutatakse kandvate ja mittekanadvate tarindite valmistamiseks. Toorpuitu töödeldakse piiratud koguses ning see esineb peamiselt sellistes toodetes nagu täispalgid, saematerjalist talad või lauad.

Mürgisus

Üldiselt loetakse puitu ohutuks materjaliks ja töötlemata puit ei mõju looduskoskkonnale toksiliselt. Tähelepanu tuleb pöörata formaldehüüdi sisaldusele värskest langetatud puidus. Peale selle ei teki puittarindite paigaldamisel mürgistusohtu ja pole vaja rakendada täiendavaid kaitsemeetmeid peale tüüpiliste tööohutusmeetmete. Viimaks olelusringi lõppu jõudnud puit ei kujuta mingit ohtu.

Kliima

Tüüpiliselt on töötlemata puidu kliimamõju tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport) väike. See on tingitud materjali vähesest töötlemisest ja piirkondlikust tarneahelast, kus transportimiskaugus on väike. Kasvu ajal seob puu süsinikku, mistõttu võib väärtusliku ehitusmaterjalina ja märkimisväärselt pika kasutuseaga toodetes kasutatavat puitu lugeda süsinikdioksiidi sidujaks. Materjali kliimamõju sõltub riigist ja töötlemistase-
mest, näiteks Rootsis on saematerjali summaarne globaalse soojenemise potentsiaal umbes 0,08 kg CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023). Maakasutuse muutmise-
st ja mulla süsinikdioksiidi sidumisvõime vähenemisest tingitud kaudset mõju on raske kvantitatiivselt hinnata, ehkki kliimamõjumudelid muutuvad järjest paremaks. PEFC- või FSC-sertifikaadiga puidu valimine aitab tagada kestliku väärtusahela toimimist ja vähendada kasvuhoonegaaside kaudset heidet.

Ringlussevõetavus

Olelusringi lõpus on kõige tavalisem töötlus energia taaskasutus põletamisega. Sellele vaatamata tuleks ehitusmaterjalide ringlussevõetavuse suurendamiseks ja tooraine kulu vähendamiseks eelistada materjali taaskasutamist ja ringlussevõtmist: töötlemata puit võimaldab nii üht kui teist (Hafner et al., 2013). Toorainena ei saa see sisaldada ringlussevõetud materjali, kuid seda saab võtta ringlusse ja kasutada töödeldud puidust valmistatud toodetes. Tüüpiliselt toimub see materjali hakkimisega ja kasutamisega puitplaatide valmistamiseks. Halva kvaliteediga ja saastunud puidujäätmeid võib töödelda materjali pürolüüsimisega ning energia taaskasutamisega pürolüüsiõli, biosöe ja soojuse kujul.

Ringlussevõetavus sõltub suurel määral puidu kvaliteedist ja kohalikust taaskasutustaristust. Õigesti paigaldatud puit võib olla väga vastupidav materjal. Väga vanu puitehitisi võib leida Norrast, kus Stålekleivloftet (laahoone) on dateeritud 12. ja 14. sajandi vahele. Veelgi vanemaid puitkonstruktsioone võib leida Jaapanis Horyu-ji piirkonnas, kus need on dateeritud 7. sajandi lõppu ja 8. sajandisse (UNESCO, n.d.). Puit on materjalina väga kohandav, kuna seda saab välimuse uuendamiseks või otstarbe muutmiseks hõlpsasti käsitseda ja parandada ning ka lõigata ja lihvida. Peamine takistus puitmaterjalile uue kasutuse leidmisel on liimühendused või kinnitusedetailide ulatuslik kasutamine, nii et demonteerimine nõuab aega. Töötlemata puitu saab kasutada igat liiki ehitustes alates nii sisemistest kui ka välimistest kandetarinditest ning lõpetades soojustuse ja viimistlusega.

Kirjandus

Boverket. (June 16, 2023). Sawn timber, u 16 %, coniferous. Climate database from Boverket. Retrieved November 15, 2023, from www.boverket.se/en/start/buildingin-sweden/developer/rfq-documentation/climate-declaration/climate-database/GetResourceByCategoryID/

Hafner, A., Ott, S. J., & Winter, S. (2013). Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures. In S. Aicher, H.-W. Reinhardt, & H. Garrecht (Eds.), *Materials and Joints in Timber Structures: Recent Developments of Technology* (pp. 89-98). Springer Netherlands. www.researchgate.net/publication/271135321_Recycling_and_End-ofLife_Scenarios_for_Timber_Structures

UNESCO. (n.d.). Buddhist Monuments in the Horyuji Area. UNESCO World Heritage Centre. Retrieved November 1, 2023, from whc.unesco.org/en/list/660/

Merevetikad

Joonis. 3

Ehitusvetikas

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Merevetikad, mis on tuntud ka kui makrovetikad, liigitatakse mitmerakulisteks makroskoopilisteks vetikateks. Nad sarnanevad välimuselt rohtsete maismaataimedega, kuid neil puudub viimaste keerukas struktuur. Merevetikaid on mitmesuguse kuju, suuruse ja värvusega, neist tuntuim on tõenäoliselt adru. Igat sorti merevetikaid on kasutatud traditsioonilise toorainena, millel on palju kasutusalasid. Neid leidub maailma paljudes piirkondades, sealhulgas Läänemere maades, ning neid saab rannikul kergesti koguda. Sageli kogutakse merevetikaid organiseeritult turismirandadest (Pedersena & Ransby, 2007). Merevetikad suudavad imada ja eraldada vett ning reguleerida siseruumide niiskust (Widera, 2014; Pedersena & Ransby, 2007). Neil on ka soovustavad omadused.

Mürgisus

Õigesti töödeldud ja säilitatud merevetikatoodete mürgisus on üldjuhul väike, kuna need on mittemürgised ja tulekindlad. Tulekindlus on osaliselt tingitud soolasisaldusest, mis kaitseb ka bakterite, hallituse ja putukate eest. Pesemisel merevetikate soolasisaldus väheneb, mistõttu neid tuleb töödelda mikroorganismide tõrjumiseks, ehkki vähenevad ka probleemid, mis on tingitud soolade satumisest naabruses olevatele metalltarinditele. Võib esineda raskmetallide, näiteks arseeni, plii ja kaadmiumi jälgi, kuid nende sisaldus tekitab harva tervise- või keskkonnariske. Sõltuvalt kasutamise- ja töötlemisviisidest võib tekkida oht tolmu sissehingamiseks töötlemise ajal ning kokkupuuteks allergensete ühenditega.

Merevetikate kestlik kogumine, puhastamine ja päikese käes kuivatamine toimub käsitsi ja lisan-dite kasutamisetä, kuid merevetikate kasvatamisel elektri, sünteetiliste väetiste, pestitsiidide või seadmete (nt HDPE-parvesüsteemide) kasutamine võib tekitada keskkonnaheidet. Selliste meetodite vältimine suurendab kestlikkust.

Kasutusea möödumisel saab merevetikad mulla rikastamiseks kompostida või kasutada biomassist energia saamiseks, ehkki lõpptootes olevad ohtlikud ained (kui neid kasutatakse) võivad seda protsessi segada.

Kliima

Tänu süsinikdioksiidi atmosfäärist sidumise võimele ja suhteliselt väikesele energiakasutusele tootmisel ja kogumisel on merevetikatel paljutõotav roll kliimamuutuste leevendamisel. Süsiniku sidumise potentsiaal sõltub liigist ja kasvutingimustest.

Ringlussevõetavus

Ehituses kasutatud looduslikke merevetikaid saab taaskasutada mitmel viisil, nt tööstusprotsessides ja mitmesuguste toodete toorainena. Energiatootmiseks saab kasutada ka termilist töötlemist. Kui materjal on puutunud kokku ohtlike ainetega, kuna seda on töödeldud teatud toote saamiseks, või seetõttu, et materjali sisse on migreerunud ohtlikud ained, on soovitatav merevetikaid enne taaskasutamist, ringlussevõtmist või kompostimist analüüsida. Ehitistest pärit töötlemata merevetikaid saab taas-kasutada ohtlike ainete eraldumise ohuta. Taristu merevetikatest saadud materjalide ringlussevõtmiseks pole veel kuigi tavaline. Kuna nõudlus kestlike asendusvariantide järele on kasvamas, on tõenäoline, et ringlussevõtmis- ja taastööstustaristu muutub paremaks.

Ehitusmaterjalide valmistamiseks saab kasutada vetikate kultiveerimisel tekkinud jäätmeid või kõrvalsaadusi, nt alusmaterjali külge kinnitunud vetikad (pole söödavad).

Kuivanud merevetikad kestavad väga pikka aega. Kaitseks liigniiskuse ja sellest tuleneva soolade leostumise eest naabruses olevatesse materjalidesse saab neid pakkida näiteks puitkassetidesse (Widera, 2014). Suure soolasisalduse säilitamine vähendab süttivust ning mikroobidest, putukatest ja hallitusest tingitud riknemisohtu. Sellest tulenevalt vähendab merevetikatest tehtud materjalide pesemine nende vastupidavust.

Kirjandus

Nakhate, P., & van der Meer, Y. (2021). Systematic Review on Seaweed Functionality: A Sustainable Bio-Based Material. Sustainability.

Pedersena, C., & Ransby, E. (2007). Production and Properties of Insulation Mats Made from Sea Grass. Proc. of the 3rd IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development, Agios Nikolaos, Greece, July 24-26, 2007.

Widera, B. (2014). Possible Application of Seaweed as Building Material in the Modern Seaweed House on Læsø. Wrocław University of Technology, Faculty of Architecture: 30th international plea conference, researchgate.net.

Põhk

Joonis. 4

Ehituspõhk

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Põhk on taimne materjal, mis koosneb taimede, tavaliselt teraviljade (muuhulgas nisu, odra, riisi, kaera ja rukki) kuivanud vartest või kõrtest. Saab kasutada ka muud liiki rohhtaimi (Poaceae) (Biorefine cluser europe, 2023). Kasutatakse pärast terade või seemnete koristamist järele jäänud õõnsaid taimeosi. Kõrred on sageli kuivad, jäigad ja vastupidavad, mistõttu neid saab kasutada mitmel otstarbel, sealhulgas ehitusmaterjalina.

Mürgisus

Üldiselt sisaldab põhk vähe mürgiseid aineid, kuid oluline on tagada, et nendes poleks saasteaineid, näiteks hallitust ja pestitsiidijääke, mis võivad halvendada siseõhu kvaliteeti. Töötlemata põhk laguneb loomulikult teel ega eralda looduskeskkonda mürgiseid aineid. Paigaldamisel võib töölisel tekkida terviserisk tolmu ja allergiliste reaktsioonide tõttu. Keemiliselt töödeldud põhk võib paigaldamisel tekitada muud liiki tervisehäireid, mis sõltuvad oluliselt tööstusest. Sobivad kaitsevahendid ja käitlemisvõtted võivad mõningaid ohte leevendada. Tüüpiliselt ei vaja põhu tootmine mürgiste ainete kasutamist, kuid põllumajanduses tavaliselt kasutatavad võtted, nagu sünteetiliste pestitsiidide või väetiste kasutamine võivad kaasa tuua mürgiste ühendite sattumise keskkonda. Mõju minimeerimiseks julgustatakse kasutama kestlikke põllumajandustavasid.

Kliima

Põhk ehitusmaterjalina on üldiselt väikese süsinikujalajäljega. Süsinik salvestub kasvu ajal ja jääb ehitusel kasutamisel materjali sisse, nii et atmosfäärist eemaldatakse süsinikdioksiidi. Põhiline kasvuhoo- negaaside heide tuleneb sünteetiliste väetiste ja pestitsiidide kasutamisest. Kestlikud põllumajandustavad ja kõrvalsaadusena tekkiva põhu hankimine kohapealt vähendab veelgi pestitsiidide ja sünteetiliste väetiste tootmisel ja transpordil tekitatavat heidet. Kui põhku energia taaskasutamiseks pürolüüsitakse või kasutatakse biosöe tootmiseks, võib sel olla kliimamuutusi leevendav mõju. Veelgi rohkem süsinikku seotakse, kui biosütt kasutatakse mulla parandamiseks (Azzi et al., 2022).

Ringlussevõetavus

Sageli saadakse põhku teraviljade tootmise kõrvalsaadusena ning selle kasutamine ehituseks energiatootmise, mullaparanduse ja loomadele allapanemise asemel suurendab ringlussevõetavust, kuna materjali kasutusiga pikeneb ja seda saab mitmeotstarbeliselt kasutada olelusringi eri etappides.

Olelusringi lõpus saab põhku sageli ringlusse võtta või muul otstarbel kasutada. Töötlemata kujul saab seda kasutada kompostina või termiliselt töödelda, kuna materjali saab põletada energiatootmiseks või kasutada lähtematerjalina biosöe ja soojuste saamiseks.

Otstarbe muutmise või ringlussevõtmise täpne potentsiaal sõltub konkreetsest tootest ja kohapeal kasutatavatest ringlussevõtmisüsteemidest. Nagu teistegi esilekerkivate kestlike ehitusmaterjalide korral, on ka põhu ringlussevõtetaristu alles tekkimas. Põhku saab ISO kohaselt taaskasutada, kompostida või termiliselt töödelda (Bauen und Wohnen Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2023). Kui ringlussevõetud materjal sisaldab saasteaineid, võivad tekkida kvaliteediprobleemid. Seetõttu on oluline õige töötlemine ja kvaliteedikontroll.

Kasutatava põhu liik võib mõjutada vastupidavust: nisupõhk, riisipõhk ja teiste liikide põhk erinevad lagunemis- ja kahjurikindluse poolest. Õige töötlemine ja käitlemine võib kasutusiga oluliselt mõjutada. Ehituses kasutatava põhu niiskusesisaldus ei tohiks olla üle 15% (Bauen und Wohnen Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2023). Ehituses saab materjali kohandada mitmeks otstarbeks, sealhulgas soojustamiseks ja kasutamiseks kandetarindite osana.

Krohvis saab põhku kombineerida savi, liiva ja kiududega, nii et saadakse keskkonnasõbralikud ja säästlikud materjalid. Lisaks saab kanepibetonist ja põhupallidest elementide katmisel savikrohviga tekitada keskkonnasõbraliku ja vett läbilaskva piirdetariindi, mis muudab sisekeskkonna tervislikumaks. Kandetarindite, näiteks seinte ehitamiseks segatakse põhku traditsiooniliselt saviga.

Kirjandus

Bauen und Wohnen Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (November 1, 2023). Dämmstoffe Stroh. Von baustoffe.fnr.de/daemmstoffe/materialien/stroh/abgerufen

Biorefine cluser europe, l. p. (November 1, 2023). Gramitherm – Insulation panels made out of grass! Von www.biorefine.eu/news/gramitherm-insulationpanels-made-out-of-grass/abgerufen

Azzi, E. S., Jungfeldt, L., Karan, S., Sundberg, C. (2022). Mistra Food Futures Report #4. Biochar in Swedish agriculture – straw pyrolysis as a first step towards net-zero.

Kork

Joonis. 5

Ehituslikud korgiplokid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Ehitusmaterjalina kasutatavat korki saadakse korgitamme koorest nii, et puid ei vigastata ega lange-tata. Koor taastub ja seda saab umbes üheksa aasta pärast uuesti koguda. Selline taastumine muudab korgist ehitusmaterjalid suhteliselt kestlikuks vali-kuks. Kuna koore kogumine vähendab korgitamme (*Quercus suber* L.) puude elujõudu (Costa, Catela Nunes, Spiecker, & Garca, 2015), tuleks pöörata tähelepanu tööpoolest kestlikele kasvatamis- ja kogumismeetoditele, et vältida korgitamme väär-tuslike ja elurikaste ökosüsteemide liigkasutust. Puud kasvavad tüüpiliselt Vahemere maades ja Põhja-Aafrikas (GBIF Secreteriat., 2023).

Mürgisus

Kork on looduslik mittetoksiline materjal. See ei sisalda ega erita kahjulikke kemikaale, mis muudab selle sisetingimustes kasutamisel ohutuks ja tervis-likuks valikuks. Sellest ei eraldu lenduvaid orgaa-nilisi ühendeid (LOÜ-sid). See aitab kaasa siseõhu kvaliteedi parandamisele. Korgipulbri või -terade kokkuliimimiseks saab enamikus ehitustoodetes kasutada selle enda sideaineid (suberiini) (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012).

Looduslik kork, mis ei sisalda sünteetilisi lisan-deid, ei eralda looduskeskkonda mürgiseid aineid. Paigaldamisel on tööliste terviseriskid seotud ehi-tusvaldkonna standardsete ohutusküsimustega, mitte korki endaga. Korgigraanulite tootmine kor-gitamme koorest hõlmab koorimist ja jahvatamist paisumise abil, sealhulgas auru kasutamisega. See kulutab energiat, kuid tüüpiliselt ei eraldu mürgi-seid aineid (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012). Kork on biolagunev ja seda saab kasutuselt kõrvaldada ladestamise või termilise töötlemisega. Olelusringi lõpus ei tekita töötlemata materjal pika-ajalist keskkonnareostust.

Kliima

Korkmaterjalide kliimamõju on üldjuhul väike, eriti tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport). See on tänu taastuva kor-gitamme koore kasutamise ja tootmise suhteliselt väiksele energiakulule. Siiski on üks puudus: vahe-maa, mis tuleb läbida korki transportimisel Vahemere maadest ja Põhja-Aafrikast (GBIF Secrete-riat., 2023), ning maakasutusest tingitud võimalik kaudne kliimamõju.

Ringlussevõetavus

Korgist ehitusmaterjale saab sageli valmistada ringlussevõetud korgist, eelkõige pudelikorkidest. Olelusringi lõpus saab korki sageli taaskasutada, muul otstarbel kasutada või ringlusse võtta.

Ringlussevõetud korkmaterjalide kättesaadavus ja kvaliteet võib sõltuda kohalikust nõudlusest ja ring-lussevõtutaristust. Ringlussevõetud korki kvaliteet on üldiselt hea, kuna ta säilitab oma omadused.

Kork on tuntud vastupidavuse ja kohandatavuse poolest. Ta on lagunemis-, niiskus- ja kahjurikindel, mis tagab, et omadused aja möödudes säilivad. Ta on ka kapillaaraktiivne ja auru läbilaskev (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012), mis suu-rendab korki kasutavate toodete vastupidavust, kuna see aitab reguleerida hoone niiskust.

Loodusliku ja kestlikult kogutava korki ringlusse-võtmist saab kasutada koore kogumisel üksikutele puudele ja kogu ökosüsteemile avalduva kahjuliku mõju tasakaalustamiseks. Nii saab ökosüsteemidele anda lisa-aega korki kestlikuks taastamiseks ja toimi-miseks tõelise elurikkuse allikana.

Ehkki korkmaterjalide ringlussevõtmiseks ettenäh-tud taristu ei tarvitse olla nii arenenud kui mõne muu materjali (nt metallide) korral, viib nende kas-vav populaarsus tõenäoliselt parema ringlussevõtu-taristu tekkimisele aja jooksul.

Selle heli ja soojust isoleerivad omadused muuda-vad selle sobivaks mitmesuguste rakenduste, seal-hulgas põrandakatete ja lagede jaoks (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012). Lisaks sobib ee kasutamiseks kondensatsioonivastase isolatsioo-nina.

Kirjandus

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow-Prüzen.

Costa, A., Catela Nunes, L., Spiecker, H., & Garca, J. (2015). Insights into the Responsiveness of Cork Oak (*Quercus suber* L.) to Bark Harvesting. *Economic Botany*, Vol. 69, No. 2 pp. 171-184. GBIF Secreteriat. (3. November 2023). *Quercus suber* L in GBIF Secreteriat. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset doi. [org/10.15468/39omei](https://doi.org/10.15468/39omei). Von www.gbif.org abgerufen

Pilliroog

Joonis. 6

Ehitusotstarbeks mõeldud pilliroog

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Pilliroog on kõrge ja nõtkes rohttaim, mis tüüpiliselt kasvab Kesk-Euroopa märgaladel, näiteks lodudes, soodes ning jõgedes, järvedes ja tiikides kallastel. Pilliroogu iseloomustavad õõnes kõrred, mis võivad kasvada väga pikaks, sageli mitme meetri pikkuseks.

Mürgisus

Pilliroog on mittetoksiline ehitusmaterjal. See laseb läbi auru ja väldib kondensatsiooni tekkimist seintes või tarindites. Loomulik hingavus parandab siseõhu kvaliteeti, suurendab mugavust ja minimeerib hallituse tekkimise ohu. Oma loomulikus keskkonnas on pilliroog kapillaaraktiivne ja reguleerib niiskussisaldust. See ei sisalda ega erita kahjulikke aineid, mistõttu seda saab ohutult kasutada nii sise- kui ka välitingimustes.

Sageli seotakse kõrred kooshoidmiseks traatidega kokku. Ka ei too pilliroopaneelide tootmine ja paigaldamine tüüpjuhul kaasa mürgiste ainete eraldumist looduskeskkonda.

Töötlemata pilliroo (paneelide) paigaldamisel ei ole tööliste terviseriskid kuigi suur probleem.

Pilliroog on looduslike märgalade taim, mis kasvab ilma pestitsiidide või väetisteta. See vähendab mürgiste ainete kasutamist selle kasvatamisel. Tooraine kogumine ei hõlma tüüpjuhul mürgiste ainete kasutamist.

Pärast traatsidemete eemaldamist saab olelusringi lõppu jõudnud töötlemata pilliroogu taaskasutada, kasutada muul otstarbel või kompostida. Võimalik on ka termiline töötlemine.

Kliima

Pilliroo kliimamõju tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport) on väike. Tema kestlik kasvatamine ja kogumine, sealhulgas iga-aastane niitmine märgalade ökosüsteemide säilitamiseks, on kooskõlas keskkonnanahooluse põhimõtetega. Materjal seob ökosüsteemiteenusena kasvuhoonegaase (Karstens, Inácio, & G, 2019).

Ringlussevõetavus

Looduslikust pilliroost tooteid saab pärast kasutusea möödumist taaskasutada, kasutada muul otstarbel või ringlusse võtta. Kasutuselt kõrvaldamisel on nende keskkonnamõju minimaalne.

Ringlussevõetud pilliroost materjalide kättesaadavus sõltub kohalikust nõudlusest ja ringlussevõutariistust. Kui neid käsitletakse demonteerimise ajal ettevaatlikult, võivad taaskasutatavad või muul otstarbel kasutatavad pilliroopaneelid olla väga kvaliteetsed (nt pärast sisetungimustes kasutamist) ja neid saab taaskasutada väga mitmesugustes tarindites. Teisest küljest võivad välitingimustes olnud pilliroopaneelid olla suhteliselt halva kvaliteediga ja sobivad rohkem energiatagastuseks põletamisega või materjalitagastuseks kompostimise ja biogaasi saamise kaudu.

Pilliroog on tuntud lagunemis-, niiskus- ja kahjurikindluse poolest. See tagab, et selle omadused aja möödudes säilivad (nt rookatus kasutusiga on kuni 100 aastat). Ehituses saab materjali kohandada mitmeks otstarbeks, sealhulgas soojustamiseks ja heliisolatsiooniks (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012) ning seinte ehitamiseks.

Ringluspõhiseks ehitamiseks kasutamisel vähendab kestlikkus ja väike kliimamõju kasvuhoonegaaside heidet oluliselt. Sarnaselt korgist valmistatud toodetega aitab pilliroo taaskasutamine vähendada potentsiaalset mõju ökosüsteemile.

Ehkki pilliroost materjalide ringlussevõtmiseks ettenähtud tariistu ei ole nii arenenud kui mõne muu materjali (nt metallide) korral, viib kestlike ehitustavade kasvav populaarsus tõenäoliselt parema ringlussevõutariistu tekkimisele aja jooksul.

Kirjandus

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow-Prüzen.

Karstens, S., Inácio, M., & G, S. (2019). Evaluation of Ecosystem Service Provision in Coastal Reed Wetlands Under Different Management Regimes. *Frontiers in Environmental Science*, Vol 7, Article 63.

Kanep

Joonis. 7

Kanepikiud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Üldiselt peetakse kanepit kestlikuks tooraineks. Kanepitaimi (*Cannabis sp.*) saab hõlpsasti kasvatada ja nad seovad süsiniku lühikese ajaga. Pestitsiidide ja väetiste kasutamist ja ka transportimist pole tavaliselt vaja või see on minimaalne (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023; Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012). Tavaliselt kasutatakse ehitusmaterjalina varrest saadud lühikesi kiude (Crini, Lichtfouse, Chanet, & Morin-Crini, 2020).

Mürgisus

Kanep on mittetoksiline ehitusmaterjal. Ta ei sisalda ega erita kahjulikke aineid, mistõttu teda saab ohutult kasutada nii sise- kui ka välitingimustes. Töötlemata kanepist valmistatud materjalid pole sisekeskkonnas tervisele ohtlikud.

Tüüpiliselt ei too kanepist valmistatud materjalide tootmine ja paigaldamine kaasa mürgiste ainete eraldumist loodusesse. Paigaldamisel ei ole tööliste terviseriskid kuigi suur probleem, kuna töötlemata kanepist valmistatud materjalide käitlemine on üldiselt ohutu.

Kanepit kasvatatakse minimaalsete pestitsiidide ja väetisekogustega, mis vähendab mürgiste ainete kasutamist tema kasvatamisel. Tooraine kogumine ei hõlma tüüpjuhul mürgiste ainete kasutamist.

Töötlemata kanepist valmistatud materjalid on olulusringi lõpus keskkonnasõbralikud. Neid saab ringlusse võtta või kasutada muul otstarbel, nii et kasutuselt kõrvaldamisel on neil minimaalne keskkonnamõju. Kui kanep on komposiitmaterjali osa, tuleb võtta arvesse komposiitmaterjali omadusi.

Kliima

Kanepist valmistatud materjalide süsinikujalajälg tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport) on väike. Kanepitaimede kestlik ja piirkondlik kasvatamine aitab atmosfäärist siduda süsinikdioksiidi. Kasutada saab kanepitaimi kõiki osi: kiudu, lehti ja seemneid. Enamiku ehitusmaterjalide korral vajavad kiud minimaalset töötlemist, mis vähendab kasvuhoonegaaside heidet veelgi.

Ringlussevõetavus

Looduslikke ja töötlemata kanepikiude saab üldjuhul taaskasutada, kasutada muul otstarbel või ringlusse võtta (Reinhardt, et al., 2019). Tähelepanu tuleks pöörata komposiitmaterjalidele ja ka keemilisele töötlusele.

Ringlussevõetud kanepist valmistatud materjalide kättesaadavus ja kvaliteet võib sõltuda kohalikust nõudlusest ja ringlussevõetutaristusest (Reinhardt, et al., 2019). Ringlussevõetud materjalide kvaliteet on

üldiselt kõrge, mistõttu neid saab mitmesugustes ehitusrakendustes muul otstarbel kasutada.

Kanep ja kanepipõhised materjalid on tuntud vastupidavuse ja kohandatavuse poolest. Nii taim ise kui ka minimaalselt töödeldud kanepist valmistatud materjalid on üldiselt lagunemis-, niiskus- ja kahjurikindlad, mis tagab soojust ja heli isoleerivate omaduste, aga ka hingavuse ja konstruktsioonide tugevuse säilimise aja jooksul.

Nagu suurema osa taimsete ja looduslike toorainete puhul, tasakaalustab taaskasutatava, muul otstarbel kasutatava või ringlussevõetava materjali osakaalu suurenemine mingis ehitustarindis kasvatamise ja kogumise mõju ökosüsteemidele. Kui taaskasutatakse rohkem materjali, võib kasvatamine olla vähemintensiivsem. Kasvuhoonegaaside heite vähenemine sõltub kanepi kogumiseks kasutatavast süsteemist, aga ka osistest, millest ringlussevõetud materjali tuleb eraldada ning selle tegemise protsessist.

Ehkki kanepipõhiste materjalide ringlussevõetut saab muuta paremaks, on kanepist valmistatud materjalide taaskasutamisel ja muul otstarbel kasutamisel potentsiaali. Nüüdisajal on kõige tavalisem stsenaarium termiline töötlemine tsemenditehastes kivisööe taastuva asendusvariandina (Reinhardt, et al., 2019). Kanepit kasutatakse mitmesugustes tööstusharudes, sealhulgas ehitusmaterjalide, toidu ja kangaste valmistamiseks (Crini, Lichtfouse, Chanet, & Morin-Crini, 2020). Täpsema teabe saamiseks kanepist valmistatud tarindite kohta vt ka kanepibetoon, kanepiisolatsioon.

Kirjandus

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (August 15, 2023). WECOBIS. Abgerufen am 1. September 2023 von Flachs/HanfDämmstoffe - Rohstoffe /Ausgangsstoffe: www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/ausnachwachsenden-rohstoffen/flachs-daemmstoffe.html

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. GülzowPrüzen.

Crini, G., Lichtfouse, E., Chanet, G., & Morin-Crini, N. (2020). Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review. *Environmental Chemistry Letters*, Vol 18, issue 1, pages 1451- 1476.

Reinhardt, J., Veith, C., Lempik, J., Knappe, F., Mellwig, P., Giegrich, J., Voß, I. (2019). Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Heidelberg /Neckargemünd.

Lina

Joonis. 8

Ehituslikud linapaneelid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Lina (*Linum usitatissimum*) on rohttaim, mida on tuhandete aastate jooksul kasutatud mitmesugustel eesmärkidel. Ta pärineb idapoolsetest Vahemere maadest ja Aasia läänepiirkondadest ning eelistab lämmastikurikkaid kasvukohti.

Linast valmistatud ehitusmaterjalid on üldiselt auru läbilaskvad ja kapillaaraktiivsed ning puhverdavad niiskust optimaalselt.

Mürgisus

Looduslikust töötlemata linast materjalid on mitmetoksilised, sise- ja välistingimustes ohutult kasutatavad ja muudavad keskkonna tervislikumaks. Nende tootmisel eraldub mürgiseid aineid minimaalselt, mis teevad linast kestliku valiku. Ta on kohapeal kergesti kasvatatav ja vajab pestitsiidide ja väetisi vähe või üldse mitte (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023).

Linapõhiste materjalide käitlemine ei tekita tööstisel suuri terviseriske, mistõttu puudub vajadus spetsiaalsete kaitsemeetmete järele. Lina kasvatamine on väikese mõjuga ja vajab kemikaale minimaalselt. Traditsiooniline kogumine hõlmab vees leotamist ja pektiini lagundamist mikroorganismide toimel. Tänapäeval kasutatakse sõltuvalt soovitud tulemusest matsereerimist vee, ensüümide, tuha ja pindaktiivsete ainetega (Minol, 2023).

töötlemata linast materjalid kompostitakse kasutuse lõpus, nii et kasutuselt kõrvaldamisel on minimaalne keskkonnamõju. On oluline kontrollida konkreetsete toodete kestlikkust, kuna tüüpiliselt lisatakse pinnakatted ja viimistlus pärast valmistamist.

Kliima

Linast valmistatud materjalide süsinikujalajälg tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport) on väike. Lina kestlik kasvatamine ja tootmise lähedus allikale vähendavad transpordiheidet. Lina on fotosünteesiv organism ja seob atmosfäärist süsinikdioksiidi. Enamikus ehitusmaterjalides kasutatavate kiudude saamine vajab minimaalset töötlemist, mis vähendab kasvuhoo- negaaside heidet veelgi.

Ringlussevõetavus

Linast valmistatud materjalid on loomupäraselt kompostitavad ja neid saab taaskasutada, kasutada muul otstarbel või ringlusse võtta, kui on tagatud, et neid pole töödeldud ohtlike ainetega. Kui nad on kvaliteetsed, sobivad nad korduskasutamiseks, eriti siis, kui neid pole töödeldud ohtlike kemikaalidega (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023).

Linast valmistatud materjalid on tuntud vastupidavuse ja kohandatavuse poolest ning on venivad ja suure tõmbetugevusega. Nende veeimavus tagab püsivad isoleerivad omadused. Linakiud sisaldavad ka looduslikke ühendeid, mis peletavad putukaid ja närilisi (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012).

Linast valmistatud ehitusmaterjalide taaskasutamise või ringlussevõtu laiendamisega saab vähendada kasvatamise intensiivsust ja tõenäoliselt vähendada kasvuhoo- negaaside heidet. See sõltub saagikogumissüsteemis, eraldamisprotsessidest ja kasutatavatest materjalidest.

Ehkki ringlussevõtetaristu võiks olla parem, saab lina taaskasutada ehituselementides ja muul otstarbel, eriti kui temas ei leidu ohtlikke aineid.

Lina on mitmekülgne ning seda kasutatakse soojustuseks ja torude tihendamiseks. Looduslik linoleum sisaldab linaseemneõli ja lakid võivad olla linaseemneõlipõhised.

Kirjandus

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). *Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen*. Gülzow-Prüzen.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (15. August 2023). WECOBIS.

Abgerufen am 1. September 2023 von Flachs/Hanf-Dämmstoffe- Rohstoffe /Ausgangsstoffe: www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsenden-rohstoffen/flachs-daemmstoffe.html

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (17. August 2023). WECOBIS. Abgerufen am 1. September 2023 von Flachs/Hanf-Dämmstoffe- Nachnutzung: www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/ausnachwachsenden-rohstoffen/flachs-daemmstoffe.html

Sisal

Joonis. 9

Sisali kiud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Sisalkiude saadakse Lõuna-Mehhikos kasvava sisalagaavi pikkadest odajatest lehtedest. Kiudu saadakse kuivatatud lehtede harjamisel. Saadust saab kasutada näiteks vaipade ja geotekstiili kudumiseks. Tänu maalähedasele ja rustikaalsele tekstuurile on sisalist vaibad pikka aega olnud sisekujunduse lemmikud. Suur vastupidavus teeb nad sobivaks suure koormusega ruumide (näiteks koridoride ja elutubade) seinast-seinani ulatuvate vaipadena kasutamiseks.

Mürgisus

Sisal pole mürgine, ei sisalda kahjulikke aineid ega tekita terviseriske.

Kliima

Tänu kestlikule kasvatamisele on sisalvaibad keskkonnasõbralikud. On oluline märkida, et sisalagaav kasvab ainult teatud kliimavöötmes. Seega võib vedu tootjalt kasutusk kohta tekitada täiendavaid keskkonnaprobleeme. Kasutatud andmebaasides ei leidunud üldisi andmeid sisali kliimamõju kohta.

Ringlussevõetavus

Kasutusea möödumisel sisal tavaliselt põletatakse energiatagastuseks, kuid teda saab võtta ringlusse ja ta on kergesti biolagundatav. Kahjuks pole ringlussevõtusüsteeme veel olemas. seetõttu loetakse materjali ringlussevõetavust väheseks, ehkki aja jooksul võib see paraneda.

Sisalkiude kasutatakse ka polüpropüleenkomposiitides ja betooni kiudsarrusena.

Kirjandus

dos Santos, G. Z. B., Caldas, L. R., Melo Filho, J. de A., Monteiro, N. B. R., Rafael, S. I. M., & da Silva, N. M. (2022). Circular alternatives in the construction industry: An environmental performance assessment of sisal fiber-reinforced composites. *Journal of Building Engineering*, 54, 104603. doi.org/10.1016/j.job.2022.104603

Kookos

Joonis. 10

Kookoskiud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Kookosmaterjale valmistatakse täiskasvanud kookospalmidest, mis enam ei vilju. Vanade kookospalmide puit on tihe ja sobib seetõttu näiteks põrandakattematerjalide valmistamiseks. Kookospalmid kasvavad kiiresti ja neid saab lugeda taastuvaks ressursiks. Kookospalmist valmistatud tooteid saab lugeda kestlikeks. Lisaks saab materjale valmistada kookospähklikoortest. Kookospähklikoortest saadud kiudu nimetatakse kookoskiuks ja pikkadest kiududest saab teha lõnga. Neid omakorda saab kasutada vaipade valmistamiseks. Kiud taluvad suurt koormust ja on hea põrandakattematerjal. Nende vastupanuvõime on parem kui teistel vaibamaterjalidel. Kookoskiust põrandakate on vastupidavam kui traditsioonilised vaibad ja kaltsuvaibad. Ta on keskkonnasõbralik, ei ole mürgine ja sobib hästi allergikutele. Tal on ka märkimisväärsed soojus- ja mürasummutusomadused, mis on eriti kasulikud avarates või käidavates ruumides.

Mürgisus

Kookosepuit ja kookosekoor ei ole mürgised ega sisalda kahjulikke materjale. Seetõttu pole tõenäoline mürgiste ainete eraldumine sise- või loodusesse. Sellele vaatamata võib kiudude saamiseks ja puhastamiseks kasutataval leotamisel lähedal olevatesse veekogudesse sattuda orgaanilisi aineid ja kemikaale, mis kahjustavad kohalikku ökosüsteemi (Abraham et al., 2013).

Kliima

Kookosmaterjalide tootmise kliimamõju tuleneb peamiselt pestitsiidide ja väetiste kasutamisest tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport). Peale selle võib raadamine ja elurikkuse kadu tekitada kasvuhoonegaaside kaudset heidet, kuna kookosmaterjalide nõudluse kasvu tõttu suureneb surve loodusele. Kuna kookoskiud on kõrvalsaadus, siis ei tarvitse summaarne keskkonnamõju olla seotud materjaliga, kuid kuna nõudlus orgaaniliste ja taastuvate materjalide järele järjest kasvab, tuleb arvesse võtta keskkonnamõju, samuti tuleb tagada kestliku väärtusahela toimimine. Kookospalmid kasvavad ainult teatud kliimavöötmes, mistõttu tekitab kasvuhoonegaaside heidet ka materjali vedu tootjalt kasutuskohale. Kasutatud andmebaasides ei leidunud üldisi andmeid kookosmaterjali kliimamõju kohta.

Ringlussevõetavus

Kookosmaterjali saadakse sageli põllumajandus- tootmise kõrvalsaadusena ning eelistatav on selle kasutamine suuremat väärimist pakkuva ehitusmaterjalina, mitte tarbekaubana, energiatootmiseks või mullaparanduseks. Kookoskiude saab kasutada kas kompostina, kui nad on töötlemata, või termiliseks töötlemiseks, kuna neid võib energia saamiseks põletada. Olulusringi lõpus oleva kookoskiu ringlussevõtusüsteemid on veel vähe levinud.

Kirjandus

Abraham, E., Deepa, B., Pothen, L. A., Cintil, J., Thomas, S., John, M. J., Anandjiwala, R., & Narine, S. S. (2013). Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre. *Carbohydrate Polymers*, 92(2), 1477-1483.

Ali, B., Hawreen, A., Ben Kahla, N., Amir, M. T., Azab, M., & Raza, A. (2022). A critical review on the utilization of coir (coconut fiber) in cementitious materials. *Construction and Building Materials*, 351, 128957. doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128957

Reddy, N. (2019). Sustainable applications of coir and other coconut by-products. Cham: Springer International Publishing.

Looduslik kautšuk

Joonis. 11

Kautšuki lehed

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Looduslikku kautšukit toodetakse hevea ehk brasiliia kautšukipuu (*Hevea brasiliensis*) lateksist. Puult saadud lateksi puhastamisel saadakse looduslik kautšuk, mida saab kaubastada. Looduslikust kautšukist valmistatud tooted on üldiselt tugevamad ja vastupidavamad kui sünteetilisest kummist tooted.

Mürgisus

Looduslik kautšuk ei ole mürgine ega sisalda kahjulikke materjale. Seetõttu pole tõenäoline mürgiste ainete eraldumine sise- või looduskeskkonda.

Kliima

Looduslik kautšuk on taastuvast allikast saadud orgaaniline aine. Kliimamõju tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport) tuleneb peamiselt masinate kasutamisest, transportist, töötlemisest ning pestitsiidide ja herbitsiidide kasutamisest. Raadamine ja elurikkuse kadu maakasutuse muutuse tõttu tekitab kasvuhuonegaaside kaudset heidet.

Ringlussevõetavus

Looduslik kautšuk on biolagunev ja laguneb aja jooksul. Olulusringi lõpus materjal tavaliselt põletatakse energia taaskasutamiseks. Loodusliku kautšuki ringlussevõttaristu ei ole üldiselt välja kujunenud.

Kirjandus

Ansari, A. H., Jakarni, F. M., Muniandy, R., Hassim, S., & Elahi, Z. (2021). Natural rubber as a renewable and sustainable bio-modifier for pavement applications: A review. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125727.

Lambavill

Joonis. 12

Lambavillast soojustus

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Lambavillast ehitusmaterjalides kasutatakse tavaliselt piirkonna lammastelt pärit villa. Tasub tutvuda tingimustega, milles neid lambaid peetakse ja valida materjal, mis on täielikult kestlik. Paljudes maades peetakse lambakarju maastike hooldamiseks.

Mürgisus

Töötlemata looduslikust lambavillast soojustus ei sisalda ohtlikke aineid ja tal on ainulaadne võime formaldehüüdi neutraliseerimiseks ja sisekeskkonna tervislikumaks muutmiseks (Sweredjuk, Wortmann, & Zwiener; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023). Ta on ka üldiselt auru läbilaskev ja kapillaaraktiivne ning suudab imada vett kuni 30% oma kaalust, seejuures soojustusvõimet kaotamata. Seetõttu on ta tõhus siseruumide niiskuse reguleerija ja hallituse kasvu vältija.

Lambavilla töötlemisel võidakse kasutada pesuaineid ja värvaineid, kuid töötlemata lambavillast valmistatud ehitusmaterjalide käitlemine on üldiselt ohutu ja nad ei eralda ohtlikke aineid.

Kestlik villatootmine suudab toetada väärtuslikke bioome. Pärast pügamist vill pestakse ja teatud kasutusviiside korral võidakse eemaldada lanoliin. Soojustamisel jäetakse lanoliin alles ja villa kombineeritakse sageli stabiliseerivate sünteetskiududega, näiteks polüestritega või maisist saadud polülaktiidiga ning saadakse painduvad matid (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012).

Lambavillast materjale saab taaskasutada, kasutada muul otstarbel ja ringlusse võtta. Vanemad soojusmaterjalid võivad sisaldada broomituid leegiaeglusteid või koitõrjevahendeid, mis sisaldavad ohtlikke aineid, näiteks boorisooli. Ringlussevõtmise variandid hõlmavad töötlemist taaskasutatavateks kiududeks näiteks autotööstuse jaoks. Töötlemata materjalid saab kompostida, kuid keratiinist toituvate putukate laialt levinud tõrjevahend võib seda takistada. Üks variant kasutuselt kõrvaldamiseks on ka energia taaskasutamine (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023).

Kliima

Villatootmise kliimamõju võib sõltuda lammaste pidamise asjaoludest ja piirkonnast. Lammaste ulatuslik ja kestlik karjatamine võib säilitada ja taastada väärtuslikke kultuurmaastikke ja poollooduslikke maastikke, eriti rohumaade ja nõmmede ökosüsteeme. Villa puhastamine ja täiendav töötlemine vajab suhteliselt vähem energiat kui sünteetiliste või mineraalsete materjalide korral. Kasvuhoonegaaside heidet võib vähendada ka vähemkvaliteetse, tekstiilitööstusele mittesobiva villa kasutamisega.

Ringlussevõetavus

Ehituses kasutatavat töötlemata lambavilla kasutatakse sageli muul otstarbel või võetakse ringlusse. Sõltuvalt kohalikest ringlussevõtusüsteemidest võib ringlussevõetavus olla kõrgel tasemel. Praegu kasutatakse ehituses vähemkvaliteetset villa, mis ei sobi tekstiilitööstusele (Bosia, et al., 2015). Ringlussevõetud vill, kui seda kasutatakse tõhusalt, võib vähendada lammaste arvu ja leevendada survet ökosüsteemile. Pärast ringlussevõtmist säilitab ehitusmaterjalides kasutatav vill üldjuhul hea kvaliteedi, kuid see sõltub piirkondlikust kättesaadavusest (Bosia, et al., 2015). Lambavilla saab 180 °C juures töödelda painduvaks materjaliks, mis peab vastu 20 000 painutamistsüklit (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012), või jäikadeks paneelideks. Keratiini söövate putukate tõrjeks kasutatavate kemikaalide, näiteks permetriini kasutamisel võivad materjali sisse sattuda ohtlikud ained.

Lambavilla looduslikud soojus- ja heliisolatsiooniomadused muudavad ta ideaalselt sobivaks hoonete soojustamiseks. Teda kasutatakse ka geotekstiilides, vildipaneelides ja komposiitides. See laiendab tema kasutusala kestlikul ehitamisel.

Kirjandus

Bosia, D., Savio, L., Thiebat, F., Patrucco, A., Fantucci, S., Piccablotto, G., & Marino, D. (2015). Sheep wool for sustainable architecture. *Energy Procedia*, Vol 78 pages 315 – 320.

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. *Gülzow-Prüzen*.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (2023). WECOBIS. Abgerufen am 1. September 2023 von Schafwolle-Dämmstoffe-Nachnutzung: www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/ausnachwachsenden-rohstoffen/schafwolle-daemmstoffe.html

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (2023). WECOBIS. Abgerufen am 1. September 2023 von Schafwolle-Dämmstoffe-Produktgruppeninformation: www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsenden-rohstoffen/schafwolle-daemmstoffe.html

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (2023). WECOBIS. Abgerufen am 1. September 2023 von Schafwolle-Dämmstoffe- Rohstoffe /Ausgangsstoffe: www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsendenrohstoffen/schafwolle-daemmstoffe.html

Sweredjuk, R., Wortmann, G., & Zwiener, G. (kein Datum). SCHAFWOLLE ALS REAKTIVES SORBENS FÜR LUFTSCHADSTOFFE IM INNENRAUM. Aachen, Köln, Kempten.

Puidukiud

Joonis. 13

Puitkiud soojustus

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Puitkiudmaterjale saadakse looduslikust puidust. Mõnesid puitkiudmaterjale toodetakse puidujäätmetest, saepurust või puidulaastudest. Sõltuvalt puiduosakeste suuruselt saab valmistada mitmesuguseid ehituselemente, sealhulgas plaate ja isolatsioonielemente. Suuremat osa materjale hoiavad koos sideained või liimid. Need võivad sisaldada ohtlikke aineid, mis eraldavad LOÜ-sid, näiteks formaldehüüdi. Lisaks kasutatakse töötlemisel mitmesuguseid protsessikemikaale ja töötlusvahendeid.

Mürgisus

Puidukiududest valmistatud materjalid ei tarvitse olla mürgised, kuid sõltuvalt sellest, kuidas kiud on lõplikus ehituselemendis omavahel seotud (Reinhardt, et al., 2019), võivad nad eraldada kahjulikke aineid, LOÜ-sid, mis halvendavad siseõhu kvaliteeti eelkõige halvastiventileeritud ruumides. Need ühendid võivad saastada siseõhku ja põhjustada terviseprobleeme, näiteks peavalu, hingamishäireid ning silmade, nina ja kõri ärritust.

Atmosfääri sattunud LOÜ-d võivad kaasa aidata maapinnalähedase osooni (sudu) tekkele. See võib halvendada õhukvaliteeti ja võib tekitada tervisehäireid nii inimestel (Halios, et al., 2022) kui ka loomadel. Lisaks võivad mõned LOÜ-d reageerida atmosfääris leiduvate muude ühenditega ja tekitada sekundaarseid saasteaineid (Atkinson, 2000), mis kahjustavad ökosüsteeme, halvendavad vee kvaliteeti ja tekitavad kasvuhooneefekti.

Puitkiudmaterjalide paigaldamine ei tekita inimestele täiendavaid tervisemõjusid peale nende, mida tekitavad tootes olevad ained.

Tootmise ajal võivad kasutatavad kemikaalid, näiteks liimid ja viimistlus- või töötlusvahendid, põhjustada reostust. Ohtlikke aineid esineb tootes ka hiljem, kuid nende sisaldus tootmise ajal on palju suurem. Neid aineid sisaldavate jäätmete vale käitlemine võib saastada ökosüsteeme ja kahjustada tootmisel töötavate inimeste tervist.

Puitkiudmaterjale, mis ei sisalda ohtlikke aineid (mis tuuakse sisse liimide, töötlusvahendite ja plastarmatuuriga), saab pärast kasutusea möödumist taaskasutada, kasutada muul otstarbel, ringlusse võtta, kompostida või kasutada biokütusena.

Kliima

Puitkiudmaterjalide süsinikujalajälg olelusringi hindamise tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport) on väike (Ökobaudent, oekobaudent.de, 2023). Puidukiudude süsiniku sidumise potentsiaal aitab kaasa nende kliimaneutraalsusele. Vanade töötlemata puidukiudude kasuta-

mine vähendab täiendavalt jäätmete teket ja hoiab süsinikku aja jooksul seotuna.

Ringlussevõetavus

Puitkiudmaterjale valmistatakse sageli puidutööstuse jääkidest ja kõrvalsaadustest. See ei lase neil sattuda prügilasse ning kasutatakse eelistatud materjali taastuvat ressursi energia asemel. Lisaks saab neid materjale pärast kasutusea möödumist sageli taaskasutada, kasutada muul otstarbel või ringlusse võtta. See soodustab nende ringlusse võtmist. Kasutusea lõppu jõudnud materjalide kättesaadavus ja kvaliteet eespool toodud eesmärgil kasutamiseks sõltub kohalikust nõudlusest ja ringlussevõtetaristust. Liimidega seotud puidukiude ei saa ringlusse võtta ilma sideainetes sisalduvate ohtlike ainete ringlusse võtmiseta. Olemas on taristu puidu ringlussevõtuks puitkiudmaterjalidena. Edaspidi saab välja töötada meetodid nende toodete täiendavaks ringlussevõtuks.

Paljud puitkiudmaterjalist tooted kasutavad jäätmetest või ülejääkidest saadud puitkiudmaterjale, kuid sideaineid ja liime ei saa sel viisil hankida.

Puitkiudmaterjalidest saab valmistada mitmesuguse funktsioonidega tooteid. Vastupidavus ja kohandatavus sõltuvad tugevalt materjalide tootes kombineerimise viisist.

Looduslike puitkiudmaterjalide kasutamine ringluspõhiseks ehitamiseks võib vähendada kasvuhoo- negaaside heidet. Nende vähenenud kasvuhoo- negaaside heide ja kliimaneutraalsus teevad neist üldiselt eelistatava valiku.

Olemas on taristu puidu ringlussevõtuks puitkiudmaterjalidena. Edaspidi saab välja töötada meetodid nende toodete täiendavaks ringlussevõtuks.

Kirjandus

Atkinson, R. (2000). Atmospheric chemistry of VOCs and NOx. *Atmospheric Environment*, Vol 4 pages 2063-2101.

Halios, C. H., Landeg-Cox, C., Lowther, S. D., Middleton, A., Marczylo, T., & Dimitroulopoulou, S. (2022). Chemicals in European residences – Part I: A review of emissions, concentrations and health effects of volatile organic compounds (VOCs). *Science of the Total Environment*.

Reinhardt, J., Veith, C., Lempik, J., Knappe, F., Mellwig, P., Giegrich, J.,... Voß, I. (2019). *Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen*. Heidelberg /Neckargemünd.

Paber ja tselluloos

Joonis. 14

Tsellulooskiust soojustusvill

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Paber ja tselluloos on lähedalt seotud materjalid, mida saadakse peamiselt taimedest, ja nad on mitmesuguste toodete ja rakenduste põhialus. Tselluloos on orgaaniline polüsahhariid, mille lineaarne ahel koosneb mitmesajast kuni mitmest tuhandest omavahel ühendatud D-glükoosi lülist. Ta on taimede ja vetikate rakuseinte peamine struktuurielement ja kõige levinum orgaaniline polümeer Maal. Tselluloosi saadakse peamiselt puidust ja puuvillast ning seda kasutatakse paberi, papi ja muude materjalide tootmiseks.

Mürgisus

Paber- ja tselluloosmaterjalid pole üldiselt mürgised, kuid on ülioluline jätta lähteained töötlemata, et vältida ohtlikke aineid, sealhulgas biotsiide. Ringlussevõtmisel tuleks pöörata tähelepanu trükivärvidele, pleegitusainetele, trükivärvi eemaldamise vahenditele, värvainetele ja kinnititele, mis võivad sisaldada kahjulikke kemikaale.

Pabertoodetes leiduvate kemikaalide (nt pleegitusainete või trükivärvide) jääkidest eralduvad lenduvad orgaanilised ühendid võivad halvendada siseõhu kvaliteeti (Alam & Sharma, 2023). Traditsiooniline pleegitamine klooriga, millega kaasneb mürgiste klooritud orgaaniliste ühendite (nt dioksiinide) teke, on nüüdisaegsetes protsessides suures osas asendatud ohutumate variantidega, kuid vanemad pabermaterjalid võivad ikkagi tekitada riske.

Tuleks vältida ohtlikke aineid sisaldavate pabermaterjalide (nt broomitud leegiaeglusteid sisaldava soojustuse)otsest kokkupuudet nahaga. Paberi ringlussevõtt on kasulik, kuna see vähendab vajadust uue tooraine järele, kuid kui seda teha valesti, võib see kaasa tuua saastumise. Eelistatud on vee-põhiste trükivärvide ja liimide kasutamine, kuna on väiksem tõenäosus, et neis esineb kahjulikke aineid. Pärast kasutusea möödumist saab puhtaid paber- ja tselluloosmaterjale kompostida või kasutada biokütusena. Nende kasutuselt kõrvaldamine ei mõjuta keskkonda üldiselt märkimisväärselt. Kui neid materjale on töödeldud või kui nad on valmistatud saastunud ringlussevõetud paberist, tuleb olulusringi lõpus hoolikalt arvesse võtta neis leiduvad ohtlikud ühendid. Ringlussevõtu protsessid peavad vältima kahjulike ainete sattumist keskkonda ja siseõhku.

Kliima

Paber- ja tselluloosmaterjalide süsinikujalajalg tootmisetappides A1–A3 on suhteliselt väike (Ökobaudat, Prozessdatensatz Kraftpapier, 2023). Nende tootmine vajab tüüpiliselt suhteliselt vähe energiat, mistõttu nende globaalse soojenemise potentsiaal on väike. Tarneahela jätkusuutmatute metsandustavade tõttu muutunud maakasutusest tingitud kaudset kliimamõju on raske kvantitatiivselt hinnata, PEFC- või FSC-sertifikaadiga paberi valimine aitab tagada kestliku väärtusahela toimimist.

Ringlussevõetavus

Puhtad töötlemata paber- ja tselluloosmaterjalid sobivad sageli ringlussevõtmiseks või energia taaskasutuseks põletamisega ja nende kasutamine olulusringi lõpus ei tekita probleeme. Kestlikke trükivärve ja värvaineid kasutatav ringlussevõetud paber suurendab ringlussevõtmise ja taastöötlemise võimalusi.

Nende materjalide ringlussevõttaristu on hästi välja kujunenud, kuid ringlussevõetud materjalide kogus toodetes on muutlik ja korduv ringlussevõtt võib halvendada paberi kvaliteeti. Need materjalid on mitmekülgsed ja neid kasutatakse toodetes, mis kasutatakse aurutõkkena ja soojustatuseks, ehkki nad võivad olla niiskustundlikud (Brandhorst, Spritzendorfer, & Gildhorn, 2012).

Nende ringkasutus võib vähendada kasvuhoonegaaside heidet, eriti siis, kui materjalid on saadud kestlikult ja on töötlemata. Paber- ja tselluloosmaterjalide vähene kasvuhoonegaaside heide ja ringlussevõtu võimalused muudavad nad keskkonnasõbralikuks.

Kirjandus

Alam, I., & Sharma, C. (2023). Degradation of paper products due to volatile organic compounds. *Scientific Reports*, Vol 13 article number 6426 doi.org/10.1038/s41598-022-23898-z.

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). *Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen*. Gülzow-Prüzen.

Ökobaudat. (29. November 2023). Prozessdatensatz Kraftpapier. Von oekobaudat.de/OEKOBAU. DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=03f8e9cd16ee-4ece-93bc-b68441d34afe&version=20.23.050&stock=OBD_2023_I&lang=deabgerufen

Töödeldud puit

Joonis. 15

Immutatud ehituspuit

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Puidukonservandid sisaldavad kemikaale, mis kaitsevad puitu seente, hallituse või kahjurite eest. Puidu pinda saab töödelda konservantidega ja suruda nad puidu sisse (kasutada niinimetatud surveimmutust), võimalik on ka kuumtöötlus. Tarbetut kokkupuudet niiskusega on võimalik vältida õigete konstruktsioonilahenduste ja kohtade valimisega, kuid mõnes kaitsmata kohas võib surveimmutatud puit olla ainus võimalus.

Võib toimuda leostumine keskkonda. Keemiliselt töödeldud puidu vähemtoksiline asendusvariant on kuumtöödeldud puit. Turul on saada ka puidukonservante, mis pole klassifitseeritud ohtlikuks. Kuumtöödeldud puitu töödeldakse ainult termiliselt ja see ei sisalda ohtlikke aineid.

Töödeldud puidust valmistatavad tavalised tooted on fassaadid ja terrassid. Puitkarkass on tavaline ühepere- ja korterelamutel, kuna sellega saab vähendada hoone kliimamõju.

Lisaks saab puitu töödelda leegiaeglustusomaduste saamiseks (Fu et al 2017).

Mürgisus

Puitu peetakse nii sise- kui ka väliskeskkonnas ohutuks materjaliks nii kasutamise ja tootmise ajal kui ka pärast lammutamist. Töödeldud puit võib sisaldada aineid, mis pole ohtlike ega keskkonnohtlikud, võib olla ainult kuumtöödeldud või võib sisaldada ohtlikke aineid. Tänapäeval kasutatakse tavaliselt vasesooli (Westin, 2020). Keskkonda leostunud vask on ohtlik veeorganismidele. Esimesel aastal pärast töötlemist leostub eeldatavasti 10–20% vasesest (Lihammar et al, 2021). Võimalusel on eelistatav kasutada kuumtöödeldud puitu, ohutut konservanti või töötlemata puitu, mis on värvitud nt linaseemneõliga. Kasutatavad ohtlikud ained (leegiaeglustid) võivad materjali kogu olelusringi jooksul lekkida nii loodus- kui ka sisekeskkonda.

Kliima

Võrreldes teiste materjalidega on puidu kliimamõju suhteliselt väike (Andersson, 2020). Tootmisetappides A1–A3 on männi- või kuusepuidu üldine kliimamõju < 0,4 kg CO₂ ekv./kg (Boverket). Puit salvestab süsinikku. Niinimetatud süsinikusidumine muudab ta sobivaks pika kasutuseaga toodete jaoks. PEFC-või FSC-sertifikaadiga puidu valimine aitab tagada kestliku väärtusahela toimimist ja vähendada kasvuhuonegaaside kaudset heidet, mis on tingitud maakasutusest.

Ringlussevõetavus

Puitu loetakse taastuvaks ressursiks ning seda saab taaskasutada ja ringlusse võtta. Puidu kasutusega saab suurendada mitmesuguse töötlusega: kuumuse, vasesoolade või mitmesuguste õlidega. Kasutusea lõpus surveimmutatud puit üldiselt põletatakse energia taaskasutamiseks (sõltuvalt piirkonnast). Töödeldud puitu tuleks võimalusel taaskasutada ja surveimmutatud puitu tuleks kasutada üksnes siis, kui see on teatud kaitsmata kohtades vajalik.

Kokkuvõttes on ehitusel, nt terrasside või fassaadide jaoks kasutatav töödeldud puit kestlik materjal. Tal on suhteliselt väike kliimamõju, on taastuv materjal, mida saab taaskasutada, ja sõltuvalt töötlusest võib mürgisust pidada väikseks. On eelistatav kasutada kuumust või vesiklaasiga immutamist või värvimist nt linaseemneõliga.

Kirjandus

- Andersson, J. (2020) A climate impact comparison between four facade materials for an apartment building (in Swedish). Bachelor thesis p. 2 & 18, Umeå univeristy. Boverket. [www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climatedatabase/GetResourcesByCategoryID/\(November 2023\)](http://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climatedatabase/GetResourcesByCategoryID/(November 2023))
- Fu, F., Lin, L., & Xu, E. (2017). Functional pretreatments of natural raw materials. In M. Fan & F. Fu (Eds.), *Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction* (pp. 87-114). Woodhead Publishing. doi. [org/10.1016/B978-0-08-100411-1.00004-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100411-1.00004-2)
- Lihammar, R., Edlund, E., Nerentorp, M. (2020) Prestudy – copper leaching from impregnated wood compared with other copper flows in Sweden. Report U 6481. IVL Swedish Environmental Research Institute. organowood.com/wp-content/uploads/2022/03/U6481-Forstudiekopparurlakning-fran-impregnerat-virke-jamfortmed-ovriga-kopparfloden-i-Sverige_vers2.pdf
- Westin, F. Träskyddsaktuellt. (2020) Is pressure treated wood bad for the health (in Swedish). traskydd.com/2020/04/ar-tryckimpregnerat-traen-halsobov/

Looduslik linoleum

Joonis. 16

Linoleum põrandakate

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Looduslik linoleum on lihtsa koostisega. Tüüpiliselt on tema koostises linaseemneõli, džuuat ja korgijahu, kasutada võib ka lubjakivi, puidujahu, looduslikke vaike ja pigmente. Looduslikest ainetest saadud looduslik linoleum on jätkusuutlik toode, kuna ta on mittetoksiline, vastupidav, kauakestev ja hea mehaanilise kindlusega. Samas pole linoleum täiesti veekindel: aja jooksul niiskusega kokku puutudes võib ta koolduda ja paisuda, nii et võivad tekkida struktuursed kahjustused ja võib kannatada väljanägemine. Looduslik linoleum ei ole soovitatav vee ja niiskusega kokkupuutuvates kohtades, näiteks köökides ja vannitubades. Korralikult hooldatud ja perioodiliselt tihendatav linoleum võib piiratud koguses niiskust suhteliselt hästi taluda.

Mürgisus

Looduslikest materjalidest saadud looduslik linoleum on mittetoksiline toode. Ta ei eralda lenduvaid orgaanilisi ühendeid (LOÜ-sid), mis kahjustavad inimeste tervist.

Kliima

Lähteained loodusliku linoleumi tootmiseks tulevad taastuvatest allikatest. Loodusliku linoleumi tootmise (etappide A1–A3) summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 3,7 kg CO₂ ekv./m² pinna kohta (ruutmeetrikaalul 3 kg/m²) ehk 1,24 kg CO₂ ekv./kg materjali kohta (Ökobaadat, 2023).

Ringlussevõetavus

Looduslik linoleum on osaliselt ringlussevõetav toode. ringlusse saab võtta nii paigaldamisel ülejäänud materjalid kui ka kasutatud linoleumi. Ka ei tekita loodusliku linoleumi koostisained inimestele ega loomadele terviseriske ja see lihtsustab toote ringlussevõtmist. Kasutatud linoleumi ringlussevõttaristu ja-süsteemid võivad piirkonniti erineda.

Kirjandus

Rosso, F., Pisello, A. L., Pigliautile, I., Cavalaglio, G., & Coccia, V. (2020). Natural, bio-based, colored linoleum: Design, preparation, characteristics and preliminary life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 267, 122202. doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122202

Lubjakivi ja lubi

Joonis. 17

Purustatud lubjakivi

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Lubjakivi ehk kaltsiumkarbonaat on sette kivim, mida kaevandatakse karjäärides paljudes kohtades üle kogu maailma ja ka Läänemeremaades. Lubja saadakse lubjakivi (CaCO_3) kuumutamise, nii et tekib CO_2 ja CaO (kustutamata lubi). Seejärel saab kustutamata lubjal lasta reageerida veega, nii et tekib kustutatud lubi (Ca(OH)_2), mida nimetatakse lihtsalt „lubjaks“. Iidsetest aegadest on lubja ehituses kasutatud vastupidavate krohvide ja mörtide põhilise koostisosana. Ta on üks olulisemaid ehitusmaterjale ka tänapäeval. Lubi on ka betooni oluline koostisosa. Hoonetes neelab lubi atmosfäärist süsinikdioksiidi ja muutub aja jooksul tugevamaks, kuna moodustuvad kaltsiumkarbonaadi kristallid (Van Balen, 2005).

Mürgisus

Kuna lubi on leeliseline, ärritab ja söövitab ta nahka, silmi ja hingamisteid. Tuleb vältida tolmu sissehingamist. Tuleb kasutada isikukaitsemeetmeid.

Kliima

Lubja tootmisel tekib CO_2 heide, mis vabaneb lubjakivi kuumutamisel. Töötlemiseks kasutatav energia on väikse kasvuhooonegaaside jalajäljega. Aja jooksul seob hoonetes olev lubi osa sellest süsinikdioksiidist. Kustutatud lubja (Ca(OH)_2) tootmise (etappide A1–A3) summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 1,1 kg CO_2 ekv./kg (Ökobaudat, 2024)

Ringlussevõetavus

Tehniliselt on lubi taaskasutatav, kuna seda saab korduvalt põletada ja kustutada. Kuna teda kasutatakse peamiselt ehitusmaterjalide koostisainena, ei saa teda kasutusea möödumisel eraldada. Ehitusmaterjale, näiteks lubjasisaldusega betoonitükke saab kasutada sillutises, maastikukujunduses või täitematerjalina. Seetõttu loetakse materjali ringlussevõetavust väheseks.

Kirjandus

Ökobaudat. www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December, 2024)

Van Balen, K. (2005). Carbonation reaction of lime, kinetics at ambient temperature. *Cement and concrete research*, 35(4), 647-657.

Savi

Joonis. 18

Päikesekuivatatud savitellised

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Savi on Maa pinnal rikkalikult leiduv looduslik sette-materjal, mis on pinnase osa. Savi kasutusvaldkondi on väga palju ja teda kasutatakse laialdaselt ehituses. Ta ei ole üksikmineraal, vaid koosneb mitmesugustest savimineraalidest (alumiiniumsilikaatidest) ja sisaldab mitmesuguseid metalliioone, mis mõjutavad tema värvust, plastust ja muid omadusi. Savi kvaliteet (puhtus), värvus, tekstuur ja töödeldavus erinevad paikkonniti üsna suurelt, kuid suuremat osa saab ehituses kasutada. Teatud savimineraale, näiteks kaoliini, mis on valge savimineraal, saab kasutada eriotstarbel, näiteks valge seinakrohvi valmistamiseks.

Põletamata savi saab kasutada konstruktsioonimaterjalina maisitõlvikutest, põhupallidest ja vitspunitistest seinte ehitamisel või vormida plokkideks, millest ehitatakse saviseinu. Põletamata savi on vastuvõtlik veekahjustustele. Soojas ja kuivas kliimas on savi väga populaarne ehitusmaterjal, niiskes kliimas on ta eelnimetatud põhjusel vähem populaarne. Märgadel aladel kasutatakse põletamata savi asemel põletatud savi.

Nüüdisajal kasutatakse ehituses sageli põletatud savist materjale (telliseid ja plaate). Savi saab kasutada ka siseseinte krohvimiseks ja olemas on isegi savivärvid.

Mürgisus

Tüüpiliselt on savi looduslik mittetoksiline materjal, mis ei tekita keskkonna- ega terviseriske.

Kliima

Savi leidub enamikes kohtades rikkalikult, mistõttu kohapealt hangitud savitoodetega seotud kasvuhoonegaaside heide on väike. Põletamata savist toodete valmistamine pole energiakulukas ja nende transpordil tekib vähe heidet. Teisest küljest on põletatud savist materjalidel suur energiapajajälg, mistõttu nendega seotud kasvuhoonegaaside heide on suur.

Ringlussevõetavus

Kuna savi on looduslik materjal, saab selle tagastada keskkonda. Samas sõltub taaskasutuspotentsiaal igast konkreetsest juhust ja on määratud teguritega nagu toote tüüp, lisandite ja kleepainete kasutamine jne. Põletatud savist elemente, näiteks telliseid ja katusekive saab taaskasutada, kui materjalid on veel heas seisukorras, ehkki kasutatud materjalide kättesaadavus kohapeal ning majanduslik teostatavus võivad varieeruda. Põletatud savi taaskasutustaristu võib sõltuda piirkonnast ja materjali ringlussevõtt toimub kasutamisenä maastikukujundusel ja täitematerjalina. Ringlussevõetavust võib seetõttu lugeda üsna väheeseks, ehkki sel on suur potentsiaal tänu materjali vastupidavusele.

Kirjandus

Shubbar, A. A., Sadique, M., Kot, P., & Atherton, W. (2019). Future of clay-based construction materials—A review. *Construction and Building Materials*, 210, 172–187.

Keramsiit

Joonis. 19

Ehitusotstarbelised paisutatud savigraanulid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Keramsiit on savist valmistatud looduslik mineeraalne toode. Tegemist on kergete poorsete ja kartulikujuliste või ümmarguste põletatud savi graanulitega, mis saadakse savi töötlemisel äärmiselt kõrgel temperatuuril (~1200 °C). Tal on suurepärased soojus- ja heliisolatsiooniomadused. Keramsiit on veekindel, kuna ta vabastab kiiresti niiskuse. Ta on ka vastupidav tule, seente, hallituse ning kahjurputukate ja näriliste suhtes. Üks oluline omadus on suur survetugevus.

Keramsiiti kasutatakse mitmel pool, näiteks soojustuses, betoonplokkides, betoonplaatides ja kergbetoonis.

Mürgisus

Materjal on inertne, mittetoksiline ja ei sisalda ohtlike lisandeid. Keramsiidist ei eraldu ohtlikke aineid isegi kokkupuutel pinnase, vee või vihmaga. Ta ei eralda LOÜ-sid ega muid ohtlikke aineid.

Kliima

Energiat kasutatakse materjali paisutamiseks. Keramsiidigraanulite, mille läbimõõt on 4/16, on materjali summaarne globaalse soojenemise potentsiaal (etappides A1–A3) 0,3771 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaudat, 2023).

Ringlussevõetavus

Keramsiit on vastupidav, pika kasutuseaga ja ei vaja hooldust. Keramsiit on 100% ringlussevõetav või taaskasutatav (tänu suurele vastupidavusele saab keramsiiti kasutada mitu korda). Täitematerjali saab taaskasutada kohe teises projektis, kui materjal pole kahjustunud ega saastunud. Seda võib juhtuda teatud tingimustel: kergem on taaskasutada või ringlusse võtta keramsiiti, mida on kasutatud soojusmaterjalina hoone ülemises osas, kui materjali, mida on kasutatud pinnase või hoone allosa täitmiseks. Materjali saab ka lisada uutesse plokkidesse või suunata tagasi uue keramsiidi tootmiseks. Kui keramsiiti kasutatakse betoonis, siis võetakse ta ringlusse betoonina.

Kirjandus

Agrawal, Y., Gupta, T., Sharma, R., Panwar, N. L., & Siddique, S. (2021). A comprehensive review on the performance of structural lightweight aggregate concrete for sustainable construction. *Construction Materials*, 1(1), 39-62.

Kips

Joonis. 20

Kipsitükid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Kips (hüdreeritud kaltsiumsulfaat, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) on looduses rikkalikult esinev pehme mineraal, millel on suur kaubanduslik tähtsus. Ehitustööstuses kasutatakse teda peamiselt seinte kipskrohvplaatide tootmiseks. Kips on ka tsemendi ja paljude krohvide koostisosa. Teda kasutatakse ka siseruumide dekoratiivsete kipsdetailide saamiseks.

Kaevandatud kipsi tuleb veetustamiseks kuumutada teatud temperatuurini. Veetustatud kipsi töödeldakse seejärel kipskrohvplaatide saamiseks või lisatakse krohvile või muudele segudele. Veetustatud kips reageerib veega, seejuures eraldub soojus ja materjal tahkestub. Kõvastunud materjal peab vastupidavuse saavutamiseks kuivama.

Mürgisus

Kipsi loetakse mittetoksiliseks, ehkki tolmu sissehingamist tuleb vältida.

Ringlussevõetavus

Tehniliselt on kips ringlussevõetav: ta tuleb eraldada teistest materjalidest, jahvatada ja uuesti kuumutada. Sellele vaatamata ringlussevõttu enamasti ei toimu kas saasteainete, ringlussevõttutaristu puudumise või vähesel majandusliku väärtuse tõttu. Kui teda ei taaskasutata uutes kipsstodetes, satub materjal tavaliselt prügilasse.

Kliima

Olelusringi jooksul on kõige suurem kliimamõju kipsimineraali kuumutamisel ja kipskrohvplaatide kuivatamisel ning pärast kasutuse lõppu prügilas ladestamisel. Peale kaevandamise, puhastamise ja kuumutamise pole muud töötlemist kuigi palju, mistõttu kipsi kasvuhoonegaaside jalajälg on üsna väike. Kipsi tootmise (etappides A1–A3) summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 0,1–0,3 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaumat, 2024).

Kirjandus

Lushnikova, N., & Dvorkin, L. (2016). Sustainability of gypsum products as a construction material. In *Sustainability of Construction Materials* (pp. 643-681). Woodhead Publishing.

Ökobaumat. www.oekobaumat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December 2024)

Krohv

Joonis. 21

Krohv

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Krohvi on mõrda kattekiht, mida kasutatakse peamiselt fassaadidel ja seintel. Tavalised krohvitüübid on lubikrohv, tsementkrohv, lubitsementkrohv, savikrohv, ja kipskrohv. On ka krohve, millele lisatakse polümeere, näiteks sünteetilisi akrüül- või PVA-polümeere või looduslikke polümeere, näiteks tselluloosi, mis parandavad krohvi tehnilisi näitajaid.

Mürgisus

Looduslikud mineraalsed krohvid ei vaja tavaliselt konservante ega sisalda kahjulikke aineid, nii et neid saab lugeda mittemürgiseks. Samas orgaaniliste või sünteetiliste lisanditega krohvid, mida toodetakse vedelal või niiskel kujul, võivad vajada konservante ja võivad sisaldada ohtlike omadustega lisandeid. Lisaks on lubikrohv tavaliselt kõrge pH, mistõttu lubikrohvi käitlemisel tuleb kasutada nõuetekohaseid kaitsevahendeid. Ükskõik millise krohvitolmu sissehingamine võib kahjustada hingamisteid, mistõttu tuleb kasutada kohaseid kaitsemeetmeid.

Kliima

Eri liiki krohvide kliimamõju tootmisetappides A1–A3 (tooraine hankimine, tootmine ja transport) on erinev ning sõltub tootmismeetodist ja tooraine muutlikkusest. Kõige väiksem kliimamõju on savikrohv, kipskrohv on see keskmine kuni suur ja lubikrohv kõige suurem.

- Savikrohvi globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 98,2 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaadat, 2023)
- Kipskrohvi globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 112,3 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaadat, 2023)
- Kipslubikrohvi globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 129,1 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaadat, 2023)
- Lubitsementkrohvi globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 348,4 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaadat, 2023)
- Lubikrohvi globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 397,7 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaadat, 2023)

Ringlussevõetavus

Krohvi kasutusiga on 40–60 aastat (Berge, lk 307). Teda on raske ringlusse võtta või taaskasutada, kuna tegemist on kõvastuva keemiatootega, kuid teda saab kasutada muude ehitustarindite, näiteks seinte renoveerimiseks ja olemasoleva sisustuse kasutusea pikendamiseks. Üldiselt ei kasutata tootmisel taastuvaid materjale. Lupja saab segada kanepiga, nii et saadakse kanepikrohv (ECO construction guide, 2023). Üldiselt saab mineraalseid krohve lugeda mittemürgiseks. Vedelal või niiskel kujul müüdavad krohvid võivad sisaldada konservante ja mõned krohvid võivad sisaldada muid lisandeid, nii et ohutust tuleks kontrollida juhtumipõhiselt. Lisaks on krohvidel üsna suur kliimamõju, mis sõltub krohvitüübist. Kõige väiksema mõjuga on savi- ja kipskrohvid. Praegu krohvi ei võeta ringlusse ega taaskasutata, vaid tavaliselt ladestatakse prügilas.

Kirjandus

Berge, B. (2009) *The Ecology of Building Materials*. 75–76. Elsevier.

ECO construction guide. Material knowledge (in Swedish). (2023) www.ekobyggguiden.se/kopia-p%C3%A5-v%C3%A4lja-r%C3%A4tt-material Ökobaadat. www.oekobaadat.de/no_cache/en/database/search.html November 2023)

Joonis. 22

Laotud ehituskivid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Kivi on looduslik materjal, mida ehituses on kasutatud sajandeid. Ta sobib kandvate ja mittekanadvate tarindite valmistamiseks, kuna lisaks koormustaluvusele on ta ka vastupidav ja esteetiline. Kivi saab rühmitada kolme kategooriasse: tard-, sette-, ja moondekivimid. Kõige kõvemad on tardkivimid, näiteks graniit. Settekivimid sisaldavad orgaanilist materjali, selline on näiteks lubjakivi. Moondekivimid on muundunud struktuuriga settekivimid, selline on näiteks kvartsiit. Materjali saamisel saab eristada kahte varianti: maakive ja karjääris kaevandavaid kive. Tüüpiliselt kasutatakse plokkke, plaate, lehti või purustatud kivimit. (Berge, 2009)

Mürgisus

Kivi on inertne materjal ja ei tekita kasutamisel riske tervisele, sise- ega looduskeskkonnale. Kaevandamisel, ehitamisel, parandamisel või lammutamisel võivad tolmuosakesed põhjustada naha või hingamisteede ärritust. Peale selle võivad kivid sisaldada tooriumi või raadiumi, mistõttu kivide kaevandamisel võib eralduda gaasiline radoon, mis suurendab piirkonna kiirgustaset (Berge, 2009). tähelepanu tuleb pöörata ka materjali kaitsmiseks ja sidumiseks kasutatavatele pinnakattevahenditele, tihendusainetele, kleepainetele ja mörtidele. Kuna kivi on inertne materjal, siis kasutusea lõpus ei teki min- geid mürgisusega seotud riske.

Kliima

Kuna kive on mitut liiki ja nende kasutusala- lad on väga mitmekesised, on täpse kliimamõju väljatoomine raske. Maakivide kasutamisel tekib põhiline kasvuhoonegaaside heide transportimisel, kuid sõltub ka töötlemistasemest. Kui kive saadakse karjääris kaevandamisel, tuleb arvestada sellest tingitud täiendavaid heitkoguseid. Eelistatav tuleks hankimist kohapealt või lähiümbrusest: see vähendab transpordiheitmeid ja tagab kestliku tarneahela, mis mõjutab kohalikke ökosüsteeme minimaalselt. Näiteks võiks tuua kiltkiviplaadid, mida tüüpiliselt kasutatakse katusekattena. Saksamaal toodetavate kiltkiviplaadide summaarne globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 15,39 kg CO₂ ekv./m² ehk 0,51 kg CO₂ ekv./kg materjali kohta (ÖKOBAUDAT, 2023).

Ringlussevõetavus

Kivi on väga vastupidav materjal ja tavaliselt peab vastu hoone kogu eluaja (Berge, 2009). Hilisemate muudatuste tegemine kivist kandekonstruktioo- nidesse on väga töömahukas, mistõttu materjali kasutamist tuleks hoolikalt kaaluda ja optimeerida. Teisest küljest saab kivi tänu vastupidavusele väga hästi taaskasutada. Ainus piirav tegur on mördi kasutamine, mis võib lahtivõtmist komplitseerida või piirata. Ringlussevõtu kontekstis on olemas hästi väljakujunenud taristu kivide purustamiseks. Seejärel saab purustatud kive kasutada ringlussevõetava materjalina teistes toodetes. Selles etapis on taristu kättesaadavus riigiti erinev. Kive saab kasutada igat liiki konstruktsioonides alates kandetarinditest (näiteks vundamentidest ja seintest) ja lõpetades sise- ja välisviimistluse ja isegi soojustusega.

Kirjandus

Berge, B. (2009). The Ecology of Building Materials. Elsevier/Architectural Press. ÖKOBAUDAT. (March 2, 2023). Schieferplatten.

ÖKOBAUDAT-Datensätze. Retrieved December 10, 2023, from [oekobaudat.de/OEKOBAU. DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=8847396ece82-433d-9f65-8bc144a2a7a4&version=20.23.050&stock=OBD_2023_I&lang=de](https://oekobaudat.de/OEKOBAU_DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=8847396ece82-433d-9f65-8bc144a2a7a4&version=20.23.050&stock=OBD_2023_I&lang=de)

Pinnas

Joonis. 23

Värske muld

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Pinnas on materjal, mis tekib loomsetest ja taimsetest mineraalsetest ning orgaanilistest lagusaadustest (Berge, 2009). Pinnase kasutusvõimalused ehitusel on väga laiad: seda saab kasutada algsel kujul tampsavikonstruktsioonides või betooni täitematerjalina ja on ka telliste ja plaatide peamine koostisosa.

Mürgisus

Pinnas lähteainena pole tüüpjuhul toksiline, kuid see sõltub saamiskohast. Kui saamiskoht on saastunud, võivad sise- või looduskeskkonda eralduda mürgiseid aineid. Kasutamisel on peamine probleem tolmuosakesed, mis võivad põhjustada naha või hingamisteede ärritust. Kui ehitamisel ei kasutatud ohtlikke lisandeid, saab kasutusea möödumisel pinnase loodusesse tagastada mürgisuse ohuta.

Kliima

Pinnase saamine on väikese energiamahukusega ja sageli saab kasutada isegi muudest ehitustöödest ülejäävat pinnast. Materjali konkreetset kliimamõju pole võimalik välja tuua. Tüüpiliselt hinnatakse seda ehitustoodete staadiumis.

Ringlussevõetavus

Pinnast eraldi saab lõputult taaskasutada, kuid see muutub kasutamisel teiste ehitustoodete koostisosana. Taaskasutamise võimalikkus sõltub kasutusviisist. Pinnase vastupidavust ja kohandatavust on raske hinnata, kuna tooraine on lahtisel kujul ja enamikul juhtudel kasutatakse seda muude materjalide ja toodete koostisosana. Ehituse ajal eemaldatud pinnast tuleks eelistatult kasutada kohapeal, et vähendada väljakaevatud massi transportimisel tekkivaid heitmeid. Pinnase ringlussevõtu- ja taaskasutustaristut on raske määratleda. Euroopas on mitu ettevõtet, mis ostavad ehitamisel väljakaevatud pinnast, kuid teenuse kättesaadavus sõltub piirkonnast. Pinnast võib leida paljude mineraalsete ehitustoodete koostisest. Algsel kujul esineb teda kandvates tarindites, kuid teda võib leida ka viimistlusmaterjalides.

Kirjandus

Berge, B. (2009). *The Ecology of Building Materials*. Elsevier/Architectural Press.

3 Anorgaanilised materjalid

Keraamika

Joonis. 24

Põhjamaise stiiliga keraamilised plaadid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Keraamilised plaadid sobivad hästi kasutamiseks kodu paljudes kohtades. Nad on vedeliku- õli- ja plekikindlad ning ei ima lõhnu. Keraamilised plaadid on valmistatud looduslikest anorgaanilistest materjalidest (näiteks savist), mis vormitakse ja põletatakse. Seejärel võib nad katta glasuuriga ja uuesti põletada, nii et saadakse klaasjas vettpidav pind. Kui ei lisata mürgiseid lisandeid, on keraamilised plaadid mittetoksiline materjal.

Mürgisus

Tüüpiliselt valmistatakse glasuuritud keraamilisi plaate looduslikest materjalidest ning neid saab toota ja hooldada ilma mürgiste kemikaalideta. Glasuuritud keraamilised plaadid on inertsed ja neist ei eraldu sise- või looduskeskkonda mürgiseid aineid. Sellele vaatamata tuleks glasuurimata materjalide valimisel olla ettevaatlik, kuna neid võidakse töödelda kemikaalidega, mis parandavad veekindlust.

Ringlussevõetavus

Põletatud savist plaate ei saa ringlusse võtta, vaid ainult muul otstarbel kasutada. Olulusringi lõpus saab äravisatud või eemaldatud plaate kasutada betooni tugevdamiseks või taaskasutada, kui materjal on veel terve, kuid plaatide tervena eemaldamine õnnestub harva. Materjali taaskasutamine vähendaks vajadust värskelt tooraine järele ja vähendaks keskkonnamõju.

Kliima

Keraamiliste plaatide tootmine (töötlemine, plaatide põletamine ja transport) on seotud kasvuhoo- negaaside heitega. Keraamiliste plaatide tootmisel (etappides A1–A3) on summaarne globaalse soojenemise potentsiaal 11,03 kg CO₂ ekv./m² pinna kohta ehk 0,52 kg CO₂ ekv./kg materjali kohta (Ökobaudat, 2024).

Kirjandus

Ökobaudat. www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December 2024)

Mineraalvill

Joonis. 25

Mineraalvillast soojustus

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Mineraalvill on soojustusmaterjal, mida valmistatakse mineraalidest, peamiselt basaldist või kivimitest. Soojus- ja heliisolatsiooniomaduste tõttu kasutatakse teda sageli hoonete soojustamiseks ning tööstusrakendustes ja-seadmetes.

Mürgisus

Tänu mittesüttivusele (tuletundlikkus A1) puudub vajadus leegiaeglustite järele. Sarnaselt tähendab suur vastupidavus seda, et puudub vajadus hallitusvastase keemilise töötlemise järele. Seetõttu sisaldab mineraalvill üldiselt vähe ohtlikke aineid ja sellest vaatepunktist on tegemist ohutu materjaliga. Teatud vanemad materjalid või tooted võivad sisaldada sideaineid, näiteks fenoolformaldehüüdvaike või isotsüanaate sisaldavaid polüuretaanvaike ning lisandeid, mis võivad olla ohtlikud tervisele ja keskkonnale. Uuemad tooted kasutavad taimsetest materjalidest (nt sojaõlist või tärklisest) või veepõhisest akrüülist valmistatud sideaineid.

Nii kivivilla kui ka klaasvilla tootmine hõlmab tooraine sulatamist ja kiududeks muutmist. Sageli kasutatakse klaasvilla saamiseks ringlusse võetud klaasi ja kivivilla jaoks kivimeid. Protsessis võivad osaleda sideained, millest võib eralduda lenduvaid orgaanilisi ühendeid (LOÜ).

Vanemad kivivillast soojustusmaterjalid võivad sisaldada kantserogeenseid kiude, mistõttu neid klassifitseeritakse ohtlikeks jäätmeteks (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023). Uuemate toodetega on vähem probleeme. Kivivill on mittesüttiv ja teda ei saa energiatagastuseks põletada. See vähendab valiku võimalusi olulusringi lõpus.

Veel üks puudus on terviseriskid, mis on seotud sissehingataivate kiududega, millega võidakse kokku puutuda paigaldamise ja demonteerimise ajal (Sattler, Pomberger, Schimek, & Vollprecht, 2020).

Kliima

Mineraalvilla tootmine ei hõlma kõrgetemperatuurilisi protsesse ning tootmisel tuleb arvesse võtta energiakulu ja heitega seotud keskkonnaprobleeme, kuna sageli on see endiselt fossiilkütusel põhinev. Lisaks võib mineraalvilla tootmisel nagu igas muus tööstusprotsessis esineda lokaliseerunud keskkonnamõju, mis on seotud tooraine saamisega ja toob kaasa ökosüsteemide lagunemise ja kaudse kliimamõju.

Ringlussevõetavus

Teoreetiliselt on kivivillast soojustusmaterjalid taaskasutatavad. Pärast 2000. aastat valmistatud toodetel pole üldiselt oodata kantserogeensuse esinemist. Paljud vanemad tooted ja pärast 2000. aastat kasutusele võetud tooted, mis on valmistatud enne seda aega ja laos seisnud, on sissehingataivate kiudude tõttu kantserogeensed. Seejärel tekivad neist ohtlikuks liigitatud jäätmed (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023). Kuna kivivillast soojustus on vastupidav, siis on taaskasutatav materjal üldjuhul toodetud enne 2000. aastat. Kuna kivivill on mittesüttiv, ei saa seda taaskasutada põletamisega.

Mineraalvilla ringlussevõetutaristu võib piirkonniti erineda. Nii kivivillast kui ka klaasvilla soojustusmaterjalid sisaldavad sageli ringlussevõetud materjali, näiteks ringlussevõetud klaasi. Ringlussevõetud materjalide kättesaadavus ja kvaliteet võivad varieeruda.

Tehniliselt saab mineraalvilla taaskasutada, kuid selleks tuleb vana materjal sulatada ja valmistada uus. See protsess on energiamahukas. Lisaks sisaldavad tooted tavaliselt sideaineid, mis selles staadiumis ohustavad inimeste ja keskkonna tervist, eriti siis, kui tooted on valmistatud enne 2000. aastat.

Kirjandus

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (22. August 2023). WECOBIS. Abgerufen am 1. September 2023 von MineralwolleDämmstoffe-Nachnutzung: www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-mineralischen-rohstoffen/mineralwolledaemmstoffe.html
Sattler, T., Pomberger, R., Schimek, J., & Vollprecht, D. (2020). MINERAL WOOL WASTE IN AUSTRIA, ASSOCIATED HEALTH ASPECTS AND RECYCLING OPTIONS. (09, pages 174-180).

Vahtklaas

Joonis. 26

Vahtklaasist soojustuspaneel

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Vahtklaas (poorne klaas) saadakse klaasipuru sula-
tamisel koos vahustusainetega, mis on sageli tahm
või lubjakivi. Vahtklaasi toodetakse mitmesugusel
kujul: plaatidena, tahvlitena, graanulitena või pro-
fileeritud osadena. Tema eelised on kergus, suur
tugevus, hea koormustaluvus, keemiline ja biolo-
ogiline vastupidavus ja soojus- ja heliisolatsioonio-
madused (Adhikary et al., 2021; da Silva, 2021).

Mürgisus

Vahtklaas ei ole mürgine ega eralda keskkonda kah-
julikke või mürgiseid ühendeid. Ta ei sisalda kant-
serogeenseid osakesi ega kiude. Vahtklaasi eelis on
tulekindlus, ühtlasi pole vaja kasutada leegiaeglus-
teid, millest paljud on toksilised.

Selle materjali lõikamisel ja töötlemisel võivad eral-
duda klaasitolm ja vesiniksulfiidi väikesed kogu-
sed (Wilson, 2016; Pittsburgh Corning Europe NV,
2021).

Kliima

Vahtklaasi tootmine on energiamahukas. Vahtklaa-
siterade korral on materjali summaarne globaalse
soojenemise potentsiaal (etappides A1–A3) 3,442
kg CO₂ ekv./kg (Ökobaudat).

Ringlussevõetavus

Kui pole kasutatud bituumenit (vahel on vajalik
tahvlite paigaldamiseks) ning materjal on korralikult
ja kahjustusteta eemaldatud, saab seda taaskasu-
tada.

Materjal on väga vastupidav: see vähendab oluli-
selt hooldus- ja asendamistsüklite arvu. Mõnikord
valmistatakse vahtklaasi ringlussevõetud klaasist.
Klaasi saab ringlusse võtta mitu korda, nii et kvali-
teet ei vähene. See säästab energiat ja väldib hei-
teid. Tootmisjääke (vahtklaasipuru ja -jääke) saab
kasutada ka täiteainena, dekoratiivse kergbetoo-
nina ja muudel eesmärkidel (da Silva, 2021).

Kirjandus

Adhikary S.K., Ashish D.K., Rudzionis Z. (2021)
Expanded glass as light-weight aggregate in concrete –
A review. *Journal of Cleaner Production*, 313, 127848.
doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127848
da Silva R.C., Puglieri F.N., de Genaro Chiroli D.M.,
Bartmeyer G. A., Kubaski W. T., Tebcherani S. M.
(2021) Recycling of glass waste into foam glass
boards: A comparison of cradle-to-gate life cycles of
boards with different foaming agents. *Science of the
Total Environment* 771, 145276. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145276
Wilson A. (2016). Foamglas insulation: a great option
for below grade. *Building Green*, September 29.
Reprinted in *Building Science, Energy Efficiency*, June
26, 2019. [www.sbcmag.info/news/2019/jun/foamglas-
insulation-great-optionbelow-grade](http://www.sbcmag.info/news/2019/jun/foamglas-insulation-great-optionbelow-grade)
Pittsburgh Corning Europe NV (2021) Environmental
product declaration. Declaration No. EPD-
PCE20200300-IBB1-EN. Product: FOAMGLAS® T3+.
www.ibu-epd.com/epd-online.com

Kipsplaat

Joonis. 27

Kipsplaat

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Kipsplaat on tehniline tootenimetus, mida tootjad kasutavad kipsist sisekihiga ja paberkattega plaadi tähistamiseks. On kahte tüüpi kipsplaate: tavaline kipsplaat on sisekihis leiduva kipsi tõttu loomupäraselt tulekindel; X-tüüpi kipsplaadile lisatakse sisekihile spetsiaalseid lisandeid, mis suurendavad tulekindlust.

Mürgisus

Kipsplaatide tootmisel kasutatakse mitmesuguseid materjale ja lisandeid, mis annavad talle teatud omadused ja toimumisnäitajad. Kipsplaatide tootmisel on peamine koostisosa kips, mida saab looduslikust kipsist või sünteetilisest kipsist. Kips annab sisekihile struktuuri ja tahvlile tugevuse. Tahvli omadusi, näiteks tulepüsivust ja niiskuskindlust saab kohandada kipsi keemilise koostise muutmise või teatud lisandite kasutamisega.

Kipsplaatide esi- ja tagaküljed on tavaliselt kaetud paberiga, mida saab valmistada ringlussevõetud paberist, jõupaberist või tsellulooskiust. Lisaks kipsist sisekihi kaitsmisel annab paberkate tahvlile täiendavat tugevust ja vastupidavust. Mõnel juhul saab plaadi toimumisnäitajate parandamiseks kasutada spetsiaalset, näiteks hallituskindlat või tulekindlat paberkatet. Tselluloosikiud on tavaline sarrusmaterjal, mida kasutatakse kipsplaatide paindumis- ja löögikindluse parandamiseks. Need kiud lisatakse kipsilobriile sageli segamise ajal ning neid saab mitmesugustest taimsetest materjalidest, näiteks puidumassist või ringlussevõetud paberist. Vahustusaineid kasutatakse, et tekitada kipsilobris õhumulle, mis vähendavad kipsplaadi tihedust ning parandavad heli ja soojust isoleerivaid omadusi. Tüüpiliselt lisatakse neid aineid segamise ajal ning neid saadakse looduslikest või sünteetilisest allikatest. Kipsplaatide tulepüsivuse parandamiseks saab neile lisada tuleaeglusteid, näiteks klaaskiude või lisanditega kipsi. Need lisandid aitavad aeglustada tule levikut ning väldivad konstruktsioonide kahjustusi tulekahju korral. Fungitsiide kasutatakse hallituse kasvu pidurdamiseks kipsplaatide pinnal ning nende niiskuskindluse suurendamiseks. Silikaate kasutatakse tavaliselt kipsilobri kivistumise kiirendamiseks ja tootmise efektiivsuse suurendamiseks. Ehkki mõned komponendid võivad eraldi võttes olla kahjulikud, on kogu toode sihtotstarbelisel kasutamisel üldiselt mittetoksiline. Teatud terviseriskid võivad tekkida lõikamise ja paigaldamise ajal, kui võidakse sisse hingata tahvlistest pärit peenosakesi (tolmu). Alati tuleb kasutada kohaseid isikukaitsevahendeid (nt respiraatoreid). Lenduvad orgaani-

lised ühendid, mis tekitavad probleeme sarnaste materjalide (nt liim- või laminaatplaatide) korral, ei ole kipsplaatide korral olulised, kuna heitkogused on väga väikesed.

Kliima

Kliimamõju tuleneb peamiselt energia ja vee kasutamisest tootmise ajal. Kasvuhoonegaaside heide transpordi ajal on üldiselt väike, kuna tootmine toimub Läänemeremaades kohapeal. Kasutatava vee kogus mõjutab otseselt kivistumisaega ning tahvli tugevust ja kõvadust. Nende omaduste optimeerimiseks kontrollitakse tootmisel hoolikalt vee ja kipsi vahekorda. Standardsete kipsplaatide globaalse soojenemise potentsiaal on 0,284 kg CO₂ ekv./kg ning tsellulooskiuga kipskiudplaatide korral 0,495 kg CO₂ ekv./kg (Boverket, 2024).

Ringlussevõetavus

Kipsplaatides kasutatakse ringlussevõetud paberit ning kipsi ennast saab pärast paberkatete eemaldamist taaskasutada uute plaatide tootmiseks. Juba rohkem kui 50 aastat valmistatakse paberkatteid ringlussevõetud paberist. Suitsugaasi väävliemaldusel saadud kipsi kasutamine kipsplaatides on samuti üks suund, kuna selline kips on ohutu teise materjal, mis asendab looduslikku kipsi, ehkki protsessi ennast ei saa pidada kestlikuks. Kipsplaadijääkide kogumisel ja ringlussevõtul on suur potentsiaal, kuid materjali ringlussevõttaristu pole veel laialdaselt välja kujunenud. Uued ehitusprojektid tekitavad olulises koguses kipsplaadijääke. Jäätmetena lõpetab umbes 10% uue hoone ehitamiseks vajalikest kipsplaatidest. Need jäägid võib eraldada töökohal allika juures, et vältida saastumist teiste materjalidega, ja saata töötlejatele, kes eemaldavad paberkatted.

Kirjandus

Gypsum Association home page. Information on sustainability of gypsum panels. Available: Recycling – Gypsum Association

Healthy building network. (2022) Embodied Carbon and Material Health in Gypsum Drywall and Flooring. Summary report.

Lau Jack. Key Materials and Additives Used in Gypsum Board Production. (2023) Available: Key Materials and Additives Used in Gypsum Board Production linkedin.com

Boverketi kliimaandmebaas Asub aadressil klimatdatabasen.boverket.se/detaljer/9/6000000020

Kiudtsementplaat

Joonis. 28

Kiudtsemendist siseplaadid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Kiudtsement on väga vastupidav ehitusmaterjal. Ta on kõva nagu kivi, kuid sama mitmekülgne kui puit. Kiudtsement ühendab paljude asendusvariantide eelised ja on seetõttu mõttekas lahendus fassaadide, katuste ja terrasside jaoks. Tsementsideainega puitlaastplaadid on tugevdatud töödeldud puidulaastudega, samas kui tsementkiudplaatides on taimedest saadud tselluloosikiud. Mõlemal juhul on sideaineks tsement. Tsementsideainega puitlaastplaatide ja tsementkiudplaatide tulepüsivus on ühesugune.

Mürgisus

Tootjad võivad kiudtsemendi koostises kasutada mitmesuguseid materjale, kuid suuremas osas toodetes on portlandtsement (lubjakivi, savi ja raud), liiv või lendtuhk, vesi ja tselluloosikiud või puidumass. Mõned tootjad lisavad seondumise ja vastupidavuse saavutamiseks firmaomaseid koostisosi. Habras ja tolmap Materjal on habras ja pragunemisaldis: löikamisel tekib peen ränidioksiiditolm. Kuna ränidioksiiditolmu sissehingamine on kahjulik, tuleb paigaldamisel kaitseks kasutada tolumumaski.

Kliima

Tsemendis kasutatava klinkri tootmine on energiamahukas ning lubja kuumutamisel tekib CO₂ otsene heide. Tsemendi koostisaineid tuleb kaevandada ning tsemendi tootmine tekitab 8% kasvuhoo- negaaside heitest maailmas. Lisateabe saamiseks vt allolevat jaotist „Tsement“. Tsementkiudplaatide globaalse soojenemise potentsiaal on 0,849 kg CO₂ ekv./kg ≤ 0,60 massiosa tsementi sisaldavate ehitusplaatide korral (Boverket, 2024).

Ringlussevõetavus

Kiudtsementplaadid pole ringlussevõetavad, kuid neid saaks kasutada täitematerjalina. Kui materjal viimaks laguneb, on ta inertne ja mittemürgine. Mõned tootjad on keskkonnamõju ja paigaldajatele mõjuvate terviseriskide vähendamiseks asendanud materjale, näiteks kasutades ränidioksiidi asemel lendtuhka. toodete valmistamisel minnakse üle kohapeal saadud ringlussevõetud materjalidele, kasutatakse vähelenduvaid orgaanilisi ühendeid ja võetakse ringlusesse töötlemiseks kasutatav vesi.

Kirjandus

Bernard M. 2023. What Is Fiber Cement Siding? Benefits, Disadvantages, and More. The spruce home page. Available: www.thespruce.com/green-fiber-cement-board-1821774

Mary Read. 2022. How sustainable is fiber cement siding? Green Building Canada. Article available here: [How Sustainable Is Fiber Cement Siding? | Green Building Canada](#)

Boverket's climate database. Available: klimatdatabasen.boverket.se/detaljer/9/6000000180

Joonis. 29

Virnastatud MDF-plaadid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Keskmise tihedusega puitkiudplaadid (MDF) valmistatakse puidujääkidest saadud puidukiududest ja seotakse kõrgel temperatuuril ja rõhul vaikude ja vahaga. MDF leiutati 1960-ndatel USA-s ning 1990-ndatel võeti laialdaselt kasutusele kogu maailmas. Maailmas on suurim tootja Hiina, kellele järgnevad Saksamaa ja USA, kuid MDF-i tootjaid võib leida kõikidele mandritel peale Aafrika.

Mürgisus

MDF-i valmistamiseks kasutatavad vaigud (nt karbamiid-formaldehüüdvaik või fenoolvaik) satuvad töökoha õhku tolmana. Nad sisaldavad tervisele kahjulikke ühendeid, näiteks formaldehüüdi ja teisi LOÜ-sid. Värskest valmistatud MDF-ist lendub mõningane kogus formaldehüüdi, mis on kantserogeenne gaas. Heide on suurim esimesel aastal. Tuleks eelistada MDF-i klassiga E0 (formaldehüüdivaba) ja E1, kuna heide siseõhku on väiksem. Tuleb silmas pidada, et augustis 2026 jõustub uus, REACH-määrusel põhinev formaldehüüdi kasutuspiirang. Selles lubatud piirväärtused on väga väikesed.

Töökohas tekkiva ohtliku tolmu sissehingamise vältimiseks tuleb kasutada kaitsevahendeid.

MDF-i asendusvariandid, mida ei loeta mürgiseks, on bambustahvlid, bambusetüved, kuusepuit, okaspuit.

Kliima

MDF-i tootmine vajab palju energiat ja suurt rõhku ning on võrreldav puitlaastplaatide, OSB-plaatide ja vineeri tootmisega ja energiamahukam kui puidu kuivatamine. Sellele vaatamata toob jäätmevoo (nt puidujääkide) kasutamine kaasa kliimamõju vähenemise. Väiksema energiakasutusega asendusvariandid on taaskasutuspuit, kuusepuit, bambusetüved, ehituspuit. PEFC- või FSC-sertifikaadiga MDF-i valimine aitab tagada kestliku väärtusahela toimimist ja vähendada kasvuhoonegaaside kaudset heidet, mis on tingitud maakasutusest. Summaarne globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetapides A1–A3 on –11,08 kg CO₂ ekv. (Ökobaadat, 2024).

Ringlussevõetavus

Ringlussevõetavuse aspektiga seoses ilmnevad mõned vastuolud. Näiteks on materjalil väike keskkonnamõju, kuna MDF-i valmistatakse peamiselt saeveskite kõrvalsaadustest: puidulaastudest ja saepurust. Tootmine on odav, kuna paneelmaterjalina kasutatav MDF on odavam kui puit ja vineer. Negatiivsed aspektid on lühem kasutusiga kui vastupidavamatel materjalidel, näiteks puidul ja vineeril. Materjal pole ringlussevõetav, kuid põletamisel saadavat energiat saab kasutada töötlemiseks olulusringi lõpus. Materjal pole ka vastupidav niiskusele, ehkki on võimalik leida ka niiskuskindlaid MDF-materjale.

Kirjandus

Puettmann M., Oneil E., Wilson J. (2013) Cradle to Gate Life Cycle Assessment of U.S. Medium Density Fiberboard Production. Ecocost database of Delft Technical University. Available: Home- Sustainability Impact Metrics (ecocostsvalue.com)
Ökobaadat. Process Data set: EGGER Eurodekor-Laminated MDF boards (en)- OEKOBAU.DAT

Joonis. 30

Ehituslik OSB-plaat

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



OSB (orienteeritud kihtidega plaadid, Oriented Strand Board) on materjal, mida valmistatakse suurtest puidulaastudest, mis vaikude ja vaha abil liimitakse kokku kõrgel temperatuuril ja rõhul. Tänu suurele tugevusele ja väiksemale hinnale muutub materjal järjest populaarsemaks eriti ehituses, kus ta asendab vineeri.

Mürgisus

OSB-d valmistatakse tavaliselt vaikudest, mis sisaldavad vähem formaldehüüdi kui vineer, MDF ning puitlaastplaadid. Ehkki OSB eraldab vähem formaldehüüdi kui nt vineer ja MDF, vabaneb sealt teatud kogus LOÜ-sid, millest kõige problemaatilisemad on kõrgemad aldehüüdid (sisaldavad kuni 12 süsinikuaatomiga lineaarseid ahelaid; nt pentanaal, heksanaal ja heptanaal) koos vastavate küllastumata aldehüüdidega, nagu heptenaal ja oktenaal. Neid esineb nii looduslikult kui ka puidu ja polüfenüül-polümetüleen-polüisotsüanaadi (PMDI) vahelise reaktsiooni saadusena. PMDI on seda liiki plaatides kõige tavalisemalt kasutatav sideaine. Heide väheneb järsult, kui valmistamisest on möödunud üks kuu, ja saavutab hästiventileeritud ruumides tasakaalu kuue kuu pärast. Turul on saada ka formaldehüüdivaba OSB-d.

Kliima

Nagu vineer, puitlaastplaadid ja MDF, vajab ka OSB valmistamisel suurt kuumust ja rõhku. OSB plaadid on suuremad kui muudel puittoodetel ning need vajavad ebatasase pinna tõttu vähem lihvimist. OSB-st ehitustoodete summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 0,448 kg CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023).

Ringlussevõetavus

Erinevalt vineerist saab OSB-d valmistada peenematest ja kiiremini kasvavatest puudest (nt paplitest) ja paljud peavad seda „roheliseks“ ehitusmaterjaliks. OSB-paneelid on vineerist odavamad: tegemist on odava materjaliga. Väiksema vastupidavuse tõttu on materjalil üldiselt lühem kasutusiga kui puitpaneelidel. OSB on väga tundlik kõrge temperatuuri või suure niiskuse suhtes ning paisub või kihistub nendega kokku puutudes. Materjali ei saa kergesti taaskasutada. OSB-jäätmeid saab energia taaskasutamiseks põletada, teatud määral saab neid taaskasutada puitlaastplaatide valmistamiseks.

Kirjandus

Benetto, E., Becker, M., & Welfring, J. (2009). Life cycle assessment of oriented strand boards (OSB): from process innovation to eco-design. *Environmental Science & Technology*, 43(15), 6003-6009.

Sugahara, E., Dias, A., Botelho, E., Campos, C., & Dias, A. (2023, June). Life Cycle Assessment of OSB Panels Produced with Alternative Raw Materials. In *International Conference on Bio-Based Building Materials* (pp. 959-972). Cham: Springer Nature Switzerland.

www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsverhalten-von-holz-holzwerkstoffen

Wilke et.al. Determination of the emissions of volatile organic compounds from oriented strand boards and evaluation by the German AgBB scheme. Volume 23, Issue 7. Available: doi.org/10.1177/1420326X13504121

International Association of Certified Home Inspectors. Available: www.nachi.org/osb-plywood.htm

Boverket's climate database. Available: klimatdatabasen.boverket.se/detaljer/9/6000000024

Vineer

Joonis. 31

Soontega vineerplaat

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Vineer on komposiitpuidust toode, mis on valmistatud õhukestest kokkuliimitud puidukihtidest. Puusüü suuna muutmine igas kihis annab vineeritahvlitele suure tugevuse. Vineeri keskkonnaprofiil sõltub tema koostisosadest: puidust ja liimist. Alati on parem valida FSC-sertifikaadiga ja kohalikud puiduliigid. Saadaval on ökovineer, milles kasutatakse väiksema LOÜ- ja formaldehüüdiheitega liime. Välistingimustes kasutamiseks mõeldud vineeri ei tohiks kasutada siseruumides, kuna nii liimi kui ka puidu keskkonnamõju on suurem.

Mürgisus

Materjaliga seotud probleemidest on suurem osa tingitud LOÜ-de ja formaldehüüdi heitest. Lenduvate ühendite koguse minimeerimiseks tuleks hankida formaldehüüdivaba (klass E0) vineeri. Võib kasutada ka E1-vineeri, mille kasutamine on paljudes maades miinimumnõue. Võimalusel peaks tootel olema ökomärgis (nt Sinine Ingel), mis tagab väga väikese formaldehüüdiheite.

Ehkki OSB-s ei kasutata karbamiid-formaldehüüdvaike, saab neid kasutada vineeri tootmisel. See tõttu sisaldab vineer tavaliselt rohkem vaba formaldehüüdi kui OSB.

Vineeri, OSB-d ja liimi sisaldavaid muid komposiitpuidust tooteid saab enne ehitusel kasutamist hoida mitu nädalat välistingimustes, et suurem osa ohtlikest gaasidest saaks seal ohutult eralduda. Kui planeeritakse hooneid, mille siseruumides on suured komposiitpuidust pinnad, on oluline valida usaldusväärsete ökomärgistega tooted, mis tekitavad vähe heiteid.

Kliima

Vineeri tootmine on energiamahukas. Vineeri tootmine kasutab rohkem energiat kui puidu tootmine, kuid tooraine kogumisel tekkivad heitkogused on väiksemad. FSC-sertifikaadiga vineeri kasutamine tagab, et vineer ei ole saadud jätkusuutmatul raadamisel, mis võib tekitada kliimat kaudselt mõjuvavaid heiteid. Vineeri (puidupõhise) globaalse soojenemise potentsiaal on 0,448 kg CO₂ ekv./kg, fenoolvaigust katte korral 0,805 kg CO₂ ekv./kg (Boverkets, 2024).

Ringlussevõetavus

Vineeriga töötamine on kerge, kuna ta on ühtlane ja tugev. Ta on pika kasutuseaga, vastupidav ja kindel, nii et temast valmistatud tooted on kauakestavad. Vastupidavuse tõttu saab vineeri kergesti taaskasutada. Materjali ringlussevõtutaristu pole veel täielikult välja kujunenud ja olelusringi lõpus materjal peamiselt põletatakse energia taaskasutamiseks.

Kirjandus

Wood guide organization. Online reports. Available: [OSB_ECO_EN.indd \(woodguide.org\)](#)

Boverket's climate database. Available:

klimatdatabasen.boverket.se/detaljer/9/6000000023

Ristkihtliimpuit (CLT)

Joonis. 32

Ristkihtliimpuitplaat

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Ristkihtliimpuidust (CLT, cross laminated timber) paneele valmistatakse laudade ristsihis kokkulii-
mimisega. Nii saab valmistada suuri paneele ning
avaused uste ja akende jaoks saab teha neid toot-
vas tehases. Selline lähenemine muudab objektil
tehtava töö palju kergemaks.

Mürgisus

Hinnanguliselt on suuremates detailides umbes 2%
liimi. Tänapäeval kasutatakse CLT tootmisel peami-
selt karbamiid-formaldehüüdvaigust (UF) või polü-
meersest isotsüanaatidest (nt polüuretaanist)
valmistatud liime. Karbamiid-formaldehüüdvaigud
eraldavad mürgiseid gaase, seega võib polüure-
taani kasutamine vähendada lõppsaaduse kahju-
likku mõju. Lisaks saab polüuretaani valmistamisel
kasutatavad rasvhapped asendada taastuva rapsi-
õliga ja vähendada polüuretaani negatiivset kesk-
konnamõju.

CLT-jäätised sisaldavad lõikamisel ja pikijätkamisel
tekkinud saepuru ja ristisuunas lamineeritud lau-
dade lõikejääke.

Kliima

Tootmine ei vaja nii palju elektrit kui puitlaastplaa-
tide valmistamine, kuna materjali pole vaja kuiva-
tada, kuid tooraine kogumisel tekib rohkem heidet,
kuna materjali kvaliteet on parem. CLT-paneelide
summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on
0,12 kg CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023). Transpordi
kliimamõju on üldiselt madal, kuna tootmine toi-
mub kohapeal.

Ringlussevõetavus

Väljatöötatud tehnoloogiad CLT ümbertöötlemi-
seks võimaldavad umbes 70% lõikejääkidest taaska-
sutada uute täismööduliste paneelide tootmiseks.
CLT-sid saab energia taaskasutamiseks põletada või
võtta ringlusse muud liiki plaatide (nt puitlaastplaa-
tide või MDF-i) tootmiseks.

Kirjandus

Vamza Ilze et al., 2021. Complete Circularity in
CrossLaminated Timber Production. Environmental
and Climate Technologies. 2021, vol. 25, no. 1, pp.
1101–1113

Boverket's climate database. Available:
klimatdatabasen.boverket.se

Ökobaumat. [www.oekobaumat.de/no_cache/en/
database/search.html](https://www.oekobaumat.de/no_cache/en/database/search.html) (accessed December 2024).

Puitlaastplaat

Joonis. 33

Puitlaastplaat

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Puitlaastplaat (tuntud ka kui MFC) on tänapäeval mööbli valmistamiseks kõige enam kasutatav puittoode. Standardseid puitlaastplaate kasutatakse tüüpiliselt sisetingimustes pinnamaterjalina. Tegemist on tehismaterjalist tahvlitega, mis on valmistatud kõrgel temperatuuril ja rõhul seotud puidulaastudest ja vaikudest. Puitlaastplaadid on tuntud gaasilise formaldehüüdi eraldumisel tekkivate probleemide poolest. Tänu rangematele piirangutele on puitlaastplaatide kestlikkusnäitajad viimase kahe kümnendi jooksul paranenud. Hiljuti on kättesaadavaks tehtud ka formaldehüüdivabad puitlaastplaadid.

Mürgisus

Puitlaastplaatidega töötamisel tekkiv tolmu võib materjalis sisalduvate vaikude tõttu olla kantserogeenne või tekitada hingamishäireid. Ohutumad asendusvariandid on ökomärgisega OSB, bambustahvlid, bambusetüved, kuusepuit, okaspuit. Töötamisel puitlaastplaatidega, mis pole formaldehüüdivabad/väga väikese formaldehüüdisisaldusega, tekib töökohal ohtlik tolmu. Selle sissehingamise vältimiseks tuleb kasutada maske ja väljatõmbe-seadmeid. Formaldehüüdivaba või väga väikese formaldehüüdisisaldusega puitlaastplaat (klass E0) on üldiselt ohutum. Kvaliteediklass E1 on EL-is ja paljudes teistes maades miinimumnõue, kuid tuleks silmas pidada, et augustis 2026 jõustub uus, REACH-määrusel põhinev formaldehüüdi kasutuspiirang.

Kliima

Vaikude ja plaatide endi tootmine nõuab palju energiat. Sõltuvalt tootmiskohast on vajadus umbes samasugune kui MDF-i või vineeri korral. Väiksema energiakasutusega asendusvariandid on taaskasutuspuit, ehituspuit, kasutatud kaubaalused, bambusetüved, kuusepuit, kasutatud puitlaastplaadid. Kuna materjali saadakse kõrvalsaadusest (saepurust), on tooraine saamisega seotud heide üldiselt väike. Puitlaastplaatide globaalse soojenemise potentsiaal on 0,488 kg CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023). Transpordi kliimamõju on üldiselt madal, kuna tootmine toimub kohapeal.

Ringlussevõetavus

Materjali jalajälg on väike, kuna puitlaastplaate valmistatakse saematerjali tootmisel tekkinud jäätmetest. Nende tootmine on odav. Puitlaastplaat on populaarne, kuna tegemist on odavaima puitplaatmaterjaliga. Kui tootmiseks kasutatav materjal on kvaliteetne, saab puitlaastplaadi võtta ringlusse MDF-i valmistamiseks.

Kirjandus

International Association of Certified Home Inspectors.

Available: www.nachi.org/osb-plywood.htm

Home- Sustainability Impact Metrics (ecocostsvalue.com)

Boverket's climate database. Available:

klimatdatabasen.boverket.se/detaljer/9/6000000000

Wood guide organization home page. Available: www.woodguide.org/guide/particle-board/

Alumiinium

Joonis. 34

Alumiiniumilehed

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Ehitustööstuses kasutatakse alumiiniumi ulatuslikult tema tugevuse, kerguse ja korrosioonikindluse tõttu. Materjali kasutatakse mitmesugusel otstarbel, näiteks aknaraamidena, katusekattena, fassaadikattena ja ehitustarinditena. Alumiiniumi paindumus ja vormitavus uuele kujule muudavad alumiiniumi ideaalselt sobivaks nüüdisaegses arhitektuuris ülioluliste keerulise kujuga detailide valmistamiseks.

Alumiiniumi eraldamine peamiselt boksidiist toob kaasa märkimisväärse keskkonnamõju, sealhulgas maapinna kahjustumise ja elupaikade hävimise kaevanduspiirkondades. Suurim keskkonnamõju pärineb boksiidi alumiiniumiks konverteerimisest, mis eriti sulatamise ajal on energiamahukas. See staadium annab märkimisväärse osa ehituses kasutatava alumiiniumi süsinikujalajäljest.

Mürgisus

Alumiiniumit (metallilist) ei loeta inimestele ega loodusele mürgiseks, kuid tema saamine võib olla negatiivse mõjuga. Alumiiniumi saadakse peamiselt boksidiist ning see koormab märkimisväärselt looduskeskkonda, põhjustades kaevanduspiirkondades metsade hävimist, pinnaerosiooni ja elurikkuse hävimist. Alumiiniumi kaevandamine ja rafineerimine saastavad ka vett, ehkki alumiinium iseennest ei ole üldiselt veeorganismidele mürgine. Alumiiniumiühendite suur sisaldus võib kahjustada taimi ja loomi. Inimesed kasutavad alumiiniumi laialdaselt toidu pakendamiseks, kööginõude valmistamiseks ja vee töötlemiseks. Ehkki on kahtlusi seoses tema leostumisega toitu ja vette, on sisaldused tüüpiliselt tunduvalt allpool kahjulikku taset.

Kliima

Alumiiniumi, eelkõige tooralumiiniumi tootmine, on suure energiakasutuse tõttu seotud kasvuhoo- negaaside suure heitega. Tööstus on liikumas kestlikumate tavade, sealhulgas tootmisprotsessides taastuvenergia kasutamise suunas. Ringlussevõetud alumiiniumi kasutamine ehituses vähendab oluliselt materjali summaarset kliimamõju.

Ringlussevõetavus

Alumiiniumi ringlussevõetavus on tema ehituses kasutamise põhitegur. Alumiiniumi ringlussevõtmine vajab vaid umbes 5% energiast, mis kulub tooralumiiniumi saamiseks ja vähendab oluliselt keskkonnamõju. See on ehitustööstusele kasulik, kuna ringlussevõetud alumiinium säilitab oma omadused ja seda saab taaskasutada mitmesugustes rakendustes. See vähendab vajadust uue tooraine kaevandamise järele. Alumiiniumi suur ringlussevõetavus muudab ta ehitusvaldkonnas majanduslikult elujõuliseks. Kuna suur osa alumiiniumist võetakse ringlusse, väheneb nõudlus tooralumiiniumi järele ja sellest tulenev keskkonnamõju. Pikeaalisus ja vähene hooldusvajadus teevad materjali pikas perspektiivis säästlikuks.

Ehituses, eriti nüüdisaegsetes ehitusprojektides, suurendab alumiinium energiatõhusust. Akende ja fassaadide alumiiniumraamid võimaldavad näiteks kasutada soojustust parandavaid klaasimismeetodeid. Materjali suur vastupidavus tähendab seda, et alumiiniumtarindid võivad minimaalse hooldusega kesta kümnendeid. See suurendab tema kestlikkust veelgi.

Ehkki alumiiniumi tootmise esialgne keskkonnamõju on märkimisväärne, teevad tema kasulikud omadused, eriti ringlussevõetavus, mürgisuse puudumine ja energiatõhususe kaudu avalduv kliimamõju, temast paljudes aspektides eelistatava materjali. Suure alumiiniuminõudluse ja ringlussevõetava alumiiniumi nappuse tõttu tuleks materjali kasutamist hoolikalt kaaluda, et tagada alumiiniumi süsteemne optimeeritud kasutamine. Keskkonnamõju vähendamiseks on oluline jätkata pingutusi ringlussevõetud alumiiniumi ning taastuvenergia ulatuslikumaks kasutamiseks tootmises.

Anodeeritud alumiinium

Joonis. 35

Anodeeritud alumiiniumi materjalinäidised

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Anodeeritud alumiinium on alumiinium, mis on läbi teinud elektrokeemilise protsessi, mille tulemusel saadakse vastupidav korrosioonikindel ja esteetiliselt meeldiv vähese hooldusvajadusega materjal. Anodeeritud alumiiniumi saab värvida mitmesugustesse toonidesse, mistõttu ta on populaarne valik dekoratiivrakendustes. Välistingimustes võib ta asendada vasest, tsingist ja muudest metallidest valmistatud plekki.

Mürgisus

Anodeeritud alumiinium ei sisalda ega eralda keskkonda ohtlikke ühendeid.

Kliima

Anodeeritud alumiinium sisaldab metalset alumiiniumi ja sulameid. Anodeerimine tekitab mõningal määral kasvuhoonegaaside kaudset heidet. Peamine kaudset heidet põhjustav kasvuhoonegaas on vääveldioksiid (SO₂), mis vabaneb anodeerimisel põhilise elektrolüüdina kasutatava väävelhappe redutseerumisel. Oluline tegur on ka anodeerimisel kasutatav elektriallikas. Alumiiniumi anodeerimise summaarne globaalse soojenemise potentsiaal 2 m² lehtmaterjali kohta (tootmisetappides A1–A3) on 6,119 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaad, 2023).

Ringlussevõetavus

Anodeeritud alumiiniumi saab ringlusse võtta samamoodi, nagu tavalist alumiiniumi. Tuleks siiski silmas pidada, et igasugune pinnatöötlus võib materjali saastada ja halvendada ringlussevõetavust.

Kirjandus

Aluminum anodizers council. Aluminum Anodizing and the Environment- AAC, retrieved 14 dec 2023.

Vask

Joonis. 36

Vasklehed

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Maaailmas kaevandatakse vaske peamiselt Kongos, Zimbabwes, Kanadas, USA-s ja Tšiilis. Vask koormab raskelt looduskoskonda ja tema varud on väga piiratud. Ta on mürgine veeorganismidele ja vaatamata suurte koguste ringlussevõtule suurendab vase kasutamine tema sattumist keskkonda (Berge, 2009). Vaske kasutatakse nt fassaadide ja katusematerjalide, vasktorude ja kaablite jaoks ning torustikes ja sanitaarpaigaldistes (sageli messingi koostises).

Mürgisus

Vask on oluline toitaine, kuid vabade ionide kujul on ta mürgine veeorganismidele. Tugeva vihma käes, eriti kui see on happeline, leostub vask keskkonda (Berge, 2009). Mürgisus ja keskkonnamõju muudavad vase välistingimustes kasutamiseks vähem sobivaks. Sisekeskkonnas olev vask ei leostu keskkonda, kuid vasktorudest võib vask sattuda joo-givette ja reoveesetesse.

Kliima

Vase tootmisel kulub suurem osa energiast sulatamiseks. Vase tootmine annab 0,2–0,3% CO₂ üleilmsest heitest (Mensell, 2023). Täpne energiavajadus sõltub maagi vasesisaldusest ning kliimamõju on samuti muutlik ja sõltub kasutatavast energiaallikast. Vase esmane tootmine vajab palju rohkem energiat kui teisene tootmine. Vase ringlussevõtt säästab kuni 85% energiast, mis kulub esmaseks tootmiseks (Jingjing et al. 2019). Kõige parem on valida vask, milles on palju tarbimisjärgselt ringlussevõetud materjali, tootjalt, kes kasutab peamiselt taastuvenergiaallikaid. Ehkki palju vaske võetakse ringlusse, puutuvad organismid vase kasutamise tõttu kokku tema mürgisusega.

Vasklehtede üldise globaalse soojenemise potentsiaal sõltub ringlussevõetud materjali sisaldusest. Nagu on näha allpool, on suur erinevus 50% ja 97% ringlussevõetud vaske sisaldavate toodete vahel. 51% ringlussevõetud materjali sisaldavate vasklehtede summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on Boverketi kliimaandmebaasi järgi 2,5 CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023). 97% ringlussevõetud materjali sisaldavate vasklehtede summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 0,6 kg CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023).

Ringlussevõetavus

Vask on väga vastupidav ja teda saab lõputult ringlusse võtta ja ümber sulatada. Ta säilitab ja kuni 95% algväärtusest (Copper alliance, 2023). Lääne-Euroopas võetakse ringlusse suurem osa vasest

(umbes 60%), ehitus- ja taristuvaldkonnas on see osa veelgi suurem (Ciassi et al. 2020). Üle maailma võetakse ringlusse umbes 40% vasest (Copper alliance, 2021). Sellele vaatamata on ruumi ringlussevõetud vase osakaalu suurendamiseks. Vasevarud on piiratud ja isegi siis, kui võetakse ringlusse palju vaske, on alati tegemist piiratud ressursiga. Seetõttu tuleks materjali kasutamist hoolikalt kaaluda, et tagada süsteemne optimeeritud kasutamine.

Kokkuvõttes pole vask kestlik ehitusmaterjal, kuna ta on toksiline, leostub veega kokku puutudes keskkonda ja tal on suur kliimamõju. Plusspoolel on see, et suurem osa vasest võetakse ringlusse.

Kirjandus

Berge, B., (2009) The Ecology of Building Materials. 75-76. Elsevier.

Boverket. 51% recycled copper. [www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climate-database/GetResourceByCategoryID/\(November 2023\)](http://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climate-database/GetResourceByCategoryID/(November 2023))

Boverket. 97% recycled copper. [www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climate-database/GetResourceByCategoryID/\(November 2023\)](http://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climate-database/GetResourceByCategoryID/(November 2023))

Ciassi, L., Fishman, T., Elshkaki, A., Graedel, T.E., Vassura, I. et al, (202) Exploring future copper demand, recycling and associated greenhouse gas emissions in the EU-28. Global Environmental Change 63. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378019313251

Copper alliance. (2021) Circular Copper: Building a Culture of Sustainability. copperalliance.org/resource/circular-copper-building-a-culture-of-sustainability/
Copper alliance. (2023) Copper- the World's Most Reusable Resource. www.copper.org/environment/lifecycle/g_recycl.html

Jingjing, C., Zhaohui, W., Yufeng, W., Liquan, L., Bin, B., et al. (2019) Environmental benefits of secondary copper from primary copper based on life cycle assessment in China. Resources, Conservation and Recycling 146, 35-44.

Mansell, G. (2023) Understand your copper emissions. www.carbonchain.com/blog/understand-yourcopper-emissions

Teras

Joonis. 37

Roostetanud teraslehed

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Teras on mineraalne materjal, mida saadakse rauamaagist. Teras on laialdaselt kasutatav ehitusmaterjal, mis on tuntud vastupidavuse ja tugevuse poolest. Tegemist on sulamiga, mis koosneb rauast ja muutlikus koguses süsinikust. Sõltuvalt terase liigist võidakse lisada muid legerivaid aineid.

Mürgisus

Terast võib lugeda ohutuks materjaliks, kuna hoone ehitamise ja kasutamise ajal ei eralda ta kahjulikke aineid. Sellele vaatamata satub terase tootmisel õhku ja vette aineid, mis kahjustavad keskkonda ja inimesi. Näiteks terase tootmisel tekib koksistamisel väga mürgine tsüaniid, sulfiid, ammoniumi ja ammoniaaki sisaldav reovesi ning õhku satub naftaleeni (The World Counts, n.d.) Kõik need ained võivad tekitada vähki. Teras sulatamisel vabaneb arseen (Berge, 2009). Kuna teras on inertne, ei eraldu kasutusea lõpus temast keskkonda mingeid aineid (Berge, 2009).

Kliima

Terasetootmisel kasutatavat rauamaaki kaevandatakse karjäärides: see kahjustab põhjavett ja kohalikku ökosüsteemi (Berge, 2009). Peale selle on raua ja terase tootmine üks kõige suurema energiavajadusega tööstustegevustest ja tekitab suures koguses kasvuhoonegaaside heidet (OECD, 2010).

Kliimamõju muutub sõltuvalt ringlussevõetud kogusest. Kui tegemist on primaarse materjaliga ja teras on toodetud Rootsis, on materjali summaarne globaalse soojenemise potentsiaal (etappides A1–A3) 3,15 kg CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023). Ringlussevõetud terasel (tarbimisjärgses staadiumis) on sõltuvalt sulamist ja tootmispiirkonnast 30–50% väiksem kliimamõju.

Ringlussevõetavus

Teras on täielikult ringlussevõetav materjal, kuna teda saab kvaliteeti kaotamata 100% ulatuses ringlusse võtta, ehkki pinnatöötlus võivad saastada materjali ja teha ringlusse võtmise keeruliseks. Teras ringlussevõtt on väga oluline ringmajanduse saavutamiseks ehitusvaldkonnas (European Economic and Social Committee, 2023). Ringlussevõetud materjali sisaldav teras on samuti üsna kättesaadav, ehkki see sõltub terase liigist. Peale selle võimaldab terase vastupidavus, standardmõõtmete kasutamine ja hoones kasutatavate teraselementide kokkupaneku viis kasutada lisaks ringlussevõtmi- sele ka elementide vahetut taaskasutamist. Ühtlasi vähendab see väga suurel määral heitkoguseid. Sellele vaatamata tuleb selliste tavade juurutamiseks

täiendada elementide turvalisuse õigusraamistikku ja ehitustoodete taaskasutustaristut.

Tüüpiliselt kasutatakse terast kõrgehitistes, kuid teda võib leida ka muudes hoonetes kas peamise koormuskandurina või hübriidkonstruktsioonides. Teda kasutatakse nii vertikaalsetes kui ka horisontaalsetes maapealsetes ja maa-alustes tarindites.

Kirjandus

Berge, B., (2009) *The Ecology of Building Materials*. 75-76. Elsevier.

Boverket. (March 2, 2023). Structural steel, primary material. Boverket climate database. Retrieved December 10, 2023, from www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climatedatabase/GetResourceByCategoryID/

European Economic and Social Committee. (January 24, 2023). Sustainable recycling, use of secondary raw materials and Just Transition in the European ferrous and nonferrous metal industry. European Economic and Social Committee |. Retrieved September 7, 2023, from www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-informationreports/opinions/sustainable-recycling-usesecondary-raw-materials-and-just-transitioneuropean-ferrous-and-nonferrous-metal-industry

OECD. (2010). *Eco-Innovation in Industry: Enabling Green Growth*. OECD Publishing. The World Counts. (n.d.). Environmental Impact of Steel.

The World Counts. Retrieved September 8, 2023, from www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/mining/environmentalimpact-of-steel-production

Tsingitud teras

Joonis. 38

Tsingitud teraslehed

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Tsinkimine on katmine õhukese tsingikihi, mis väldib korrosiooni ja pikendab terastarindite kasutust (Berge, page 80). Tsinkimiseks kulub igal aastal rohkem kui 50% maailmas kasutatavast tsingist (American galvanizers association, 2023). Tsinkimine on korrosioonivastase toimega ja seda kasutatakse, kui terase pinda on vaja kaitsta hapniku ja korrosiooni eest. See tähendab, et tsinkimist kasutatakse väga palju väliskeskkonnas: katustel, ära-vooludes, postidel jne.

Mürgisus

Tsinki loetakse mürgiseks veeorganismidele. Väliskeskkonnas olevast tsingitud terasest pärit tsink võib vihmaga kokku puutudes leostuda sademette, jõgedesse ja järvedesse (Berge, 2009, lk 80). See muudab tsingitud terase nii toksilisuse kui ka keskkonna seisukohast vähemsobivaks materjaliks.

Kliima

Nii metalli kaevandamine kui ka rafineerimine on energiamahukad protsessid. Palju energiat kulub sulatamiseks.

Tsingi osakaal tsingitud terases on väga väike, mistõttu saab kasutada terase kliimamõju. Terasest kergprofillide summaarne globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on Boverketi kliimaandmebaasi järgi 3 CO₂ ekv./kg. Tsingitud terasplaatide globaalse soojenemise potentsiaal on sama, 3,1 CO₂ ekv./kg (Ökobaadat, 2023).

Ringlussevõetavus

Sekundaarse tooraine suure väärtuse tõttu võetakse ringlusse suur kogus terast. Õhu tavalise koostise korral on tsingitud terase eeldatav kasutusiga kuni 70 aastat. Ringlussevõetavuse seisukohast on tsingitud terase kasutamine hea variant kasutusea pikendamiseks korrosiooniohu korral. Taaskasutamise sagedus võib sõltuda paigaldisest ja toote liigist.

Kokkuvõttes pole tsingitud teras fassaadide jaoks kestlik valik, kuna ta on toksiline, leostub vihmaga kokku puutudes keskkonda ja tal on suur kliimamõju. Samas on materjali kasutamine niiskes keskkonnas mõnikord vajalik.

Kirjandus

Berge, B., (2009) The Ecology of Building Materials. 75-76. Elsevier.

Boverket. www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climatedatabase/GetResourceByCategoryID/ (November 2023)

American Galvanizers Association. Zinc: The healthy metal. galvanizeit.org/galvanize-itonline-seminar/structural-steel-reliable-resilientrecyclable/zinc-healthy-metal (2023)

Ökobaadat. www.oekobaadat.de/no_cache/en/database/search.html (November 2023)

Roostevaba teras

Joonis. 39

Roostevabast terasest postid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Roostevaba teras on rauasulam, mis sisaldab peamiselt rauda, üle 12% kroomi ja üle 7% niklit. Teda kasutatakse kaitseks korrosiooni eest, kuna kroom moodustab hapnikuga oksiidikihi, mis kaitseb terast korrosiooni eest.

Mürgisus

Materjali ennast loetakse toksikoloogia seisukohalt ohutuks, kuid tootmises kasutatavad kroom ja nikkel on ohtlikud ained.

Kliima

Nii metalli kaevandamine kui ka rafineerimine on energiamahukad protsessid. Palju energiat kulub sulatamiseks. Kroomi ja nikli tooraine hankimine on suurendab kliimamõju vähelegeeritud terasega võrreldes.

Terase kliimamõju sõltub ringlussevõetud materjali sisaldusest.

Primaarsest terasest kergprofiilide summaarne globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on Boverketi kliimaandmebaasi järgi 3 CO₂ ekv./kg (Boverket, 2023). roostevabast terasest lehtede globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on umbes sama, 3,62 CO₂ ekv./kg (Ökobaumat, 2023).

Ringlussevõetavus

Roostevaba teras on väga suurel määral ringlussevõetav materjal ja sekundaarse tooraine suure väärtuse tõttu võetakse ringlusse suur kogus. Lisateabe saamiseks vt ülalolevat jaotist „Teras“.

Kirjandus

Ökobaumat: www.oekobaumat.de/no_cache/en/database/search.html (nov 2023)

Boverket. www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfqdocumentation/climate-declaration/climatedatabase/GetResourceByCategoryID/ (November 2023)

Tsink

Joonis. 40

Tsinkkattega katuseplekid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Suurimad tsingitootjad on Hiina, Peruu ja Austraalia (Government of Canada, 2023). Suurimad tsingikasutajad on ehitus- ja taristutööstus. Tsinki saab kasutada plekina näiteks katuse- või fassaadimaterjalina ning pigmendina värvides ja kaitseks korrosiooni eest. Tsink on korrosioonivastase toimega.

Mürgisus

Tsinki loetakse mürgiseks veeorganismidele. Väliskeskkonnas olevatest toodetest pärit tsink võib sademetega ga kokku puutudes leostuda sademette, jõgedesse ja järvedesse (Berge, 2009, lk 80). See muudab tsingi nii toksilisuse kui ka keskkonna seisukohast vähemsobivaks materjaliks.

Kliima

Nii metalli kaevandamine kui ka rafineerimine on energiamahukad protsessid. Eriti just primaarse tooraine sulatamisele kulub palju energiat ja kliimamõju on suur. Kliima seisukohast on eelistatud suure sekundaarse tooraine sisaldusega tsink.

Ringlussevõetavus

Tsingivarud on piiratud (Berge, 2009, lk 80). Umbes 25% tsingist võetakse ringlusse, mis tähendab, et igal aastal tootmiseks kasutatavast 13 miljonist tonnist tsingist regenereeritakse ja võetakse ringlusse umbes 4 miljonit tonni (Government of Canada, 2023). Nt terase pinnatöötluks kasutatav tsink võib pikendada materjali kasutusega.

Kokkuvõttes pole tsink kestlik ehitusmaterjal, kuna ta on toksiline, leostub veega kokku puutudes keskkonda ja tal on suur kliimamõju. Plusspoolel on see, et palju tsinki võetakse ringlusse.

Kirjandus

Berge, B. (2009) The Ecology of Building Materials. 75-76. Elsevier.

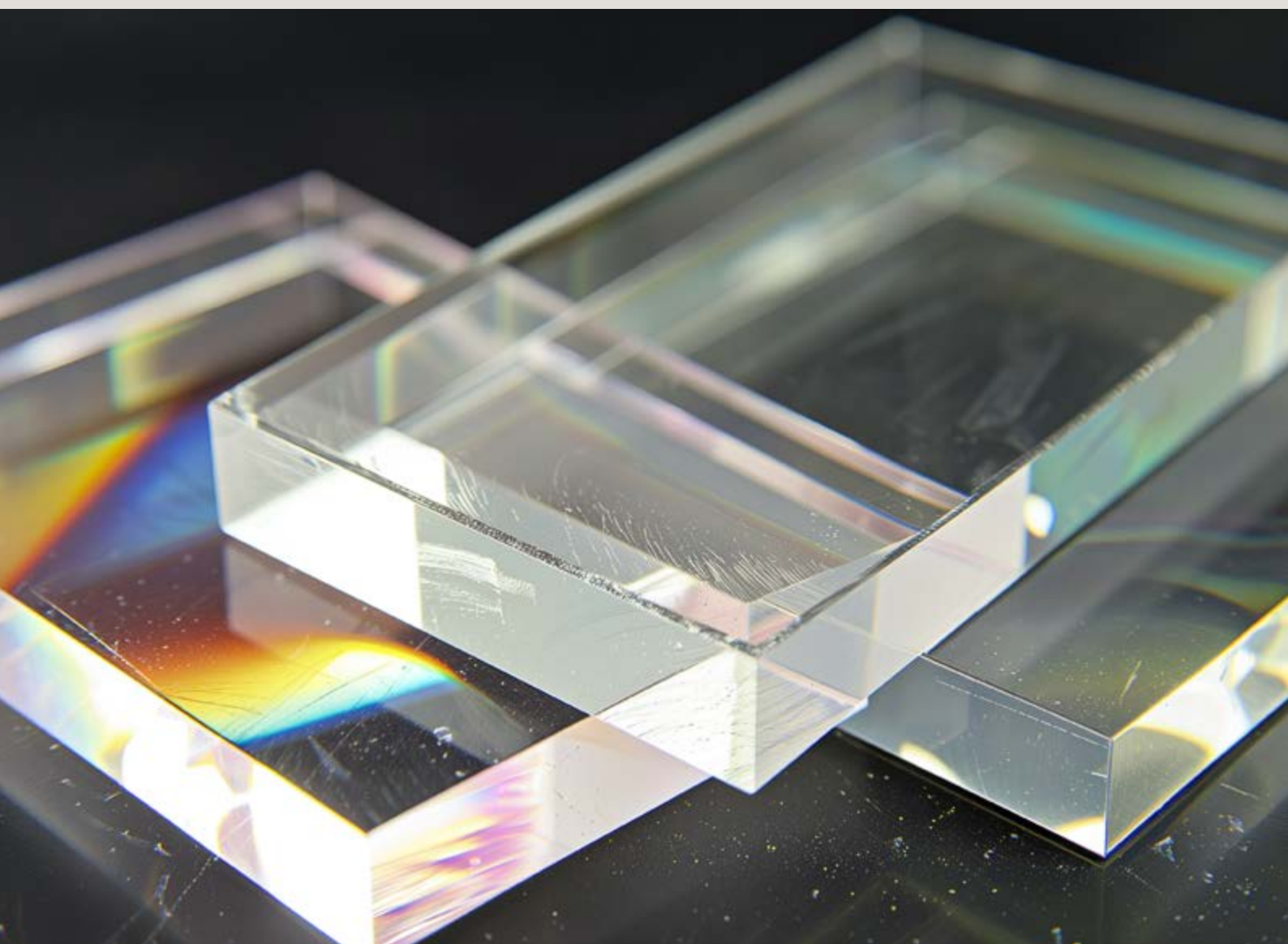
Government of Canada, Zinc facts. naturalresources.canada.ca/our-natural-resources/minerals-mining/minerals-metals-facts/zincfacts/20534#L6 (2023)

Akrüül

Joonis. 41

Akrüülmaterjali näidised

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Akrüül tähendab polümeere, mis on sünteesitud monomeeride, tavaliselt akrüülnitriili ja metüülmetakrülaadi ning nende derivaatide kombinatsioonist. Akrüüle on ehituses saada hiigelsuures valikus rakenduste ja eesmärkide jaoks. Seda võib segada ka materjalidega, mis esmapilgul näevad välja looduslikena, näiteks mördi või saviga.

Mürgisus

Ülalmainitud monomeeride sünteesil tekivad mürgised kõrvalsaadused, sealhulgas akrüülnitriil ja väga mürgine vesiniktsüaniid (HCN). Kahjuks näidatakse toote puhtust harva.

Kliima

Akrüülide saamiseks kasutatavaid monomeere toodetakse täielikult toornaftast ja nende saamiseks kulub veel täiendavat energiat. Kliimamõju tuleb hinnata juhtumipõhiselt ja võrrelda muude materjalidega, millel on sobivad omadused.

Ringlussevõetavus

Isegi siis, kui toode lahutatakse „puhasteks“ akrüülkomponentideks, puuduvad tänapäeval meetodid akrüülide ringlussevõtuks, kuna sellistes protsessides kasutatav energia ületab algseks tootmiseks kasutatud energia. Seetõttu pole see ökoloogilisest ega majanduslikust seisukohast elujõuline. Seetõttu, välja arvatud juhul, kui mingi koostisosa jaoks on välja töötatud taaskasutamise või muul otstarbel kasutamise meetod, põletatakse akrüül energia taaskasutamiseks.

Kirjandus

Irfan, M.H. (1998). *Acrylics in the construction industry*. In: *Chemistry and Technology of Thermosetting Polymers in Construction Applications*. Springer, Dordrecht. doi. [org/10.1007/978-94-011-4954-9_5](https://doi.org/10.1007/978-94-011-4954-9_5) [prozestechnik.industrie.de/news-chemie/thermisches-recycling-vonpolymethylmethacrylat-pmma-im-extruder/](https://www.prozesstechnik.industrie.de/news-chemie/thermisches-recycling-vonpolymethylmethacrylat-pmma-im-extruder/)

Epoksiidid

Joonis. 42

Epoksüpõrand

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Epoksiidid on baasühendite perekond või epoksüvaikude kõvastumise lõppsaadus. Epoksüvaigud on tuntud ka polüepoksiidide nime all. Epoksüvaigud on eelpolümeeride ja polümeeride klass, mis kõvenditega reageerimisel moodustavad tugeva ja vastupidava ühendi, mida kasutatakse mitmesugustes äri- ja tööstusrakendustes.

Epoksiididel on lai kasutusala, sealhulgas metallikattevahendid, komposiitmaterjalid, elektroonika, elektrikomponendid (nt kiibid), valgusdiodid, kõrgepingisolaatorid, värvipintslite tootmine, kiudarmatuuriga plastmaterjalid ning ehituses ja muuks otstarbeks kasutatavad liimid. Ehituses kasutatavad epoksüvaigud aitavad pikendada hoonete kasutusaega: nad suurendavad konstruktsiooniosade, liimide ja värvide vastupidavust.

Mürgisus

Epoksüvaikudega kokkupuutel esinevad terviseriskid on kontaktdermatiit ja allergilised reaktsioonid, ning ka eriti just täielikult kõvastumata materjali aurude ja lihvimistolmu sissehingamisel tekkivad probleemid.

Vedelad epoksüvaigud ärritavad kõvastumata olekus peamiselt silmi ja nahka ning on mürgised veeorganismidele. Tahked epoksüvaigud on üldiselt ohutumad kui vedelad epoksüvaigud, ja paljud neist on klassifitseeritud ohutuks. Üks epoksüvaikudega seotud konkreetne oht on ülitundlikkuse teke. Risk on väljendunud, kui epoksüvaik sisaldab väikese molekulmassiga epoksülahjendeid. Aja jooksul võib kokkupuude epoksüvaikudega esile kutsuda allergilisi reaktsioone. Üldiselt tekib ülitundlikkus korduval kokkupuutel (nt puuduliku tööhügieeni või kaitsevahendite puudumise tõttu) pika aja vältel. Mõnikord tekivad allergilised reaktsioonid mitu päeva pärast kokkupuudet. Sageli ilmnevad allergilised reaktsioonid dermatiidina, eriti piirkondades, kus kokkupuude on olnud suurim (tavaliselt käelabadel ja küünarvartel). Epoksiidide kasutamine on plastikasutajatel kutseastma tekkimise peapõhjus. Tuleb silmas pidada ohutut kasutuselt kõrvaldamist, millega tavaliselt kaasneb materjali tahtlik kõvastamine, et ei tekiks vedelaid jäätmeid. Põhiliste ettevaatusabinõude ja spetsiaalsete ohutusjuhendite järgimisel saab epoksüsteeme ohutult käidelda. Epoksüvaike kasutatakse peamiselt ehituses. Töötajad võivad kõvenemata epoksüvaikudega kokku puutuda siis, kui nad pole nõuetekohaselt kaitstud või käitlevad epoksüvaike sobimatute tööriistadega. Kokkupuude võib tekkida epoksüvaigumahutite transportimisel, epoksükomponentide segamisel, laialitõmbamisel, pritsimisel või rullimisel või tühjade mahutite ja jäätmete kasutuselt kõrvaldamisel.

Isikukaitsevahendite kandmine epoksüvaikudega töötamisel aitab minimeerida kokkupuudet ja sellega seotud terviseohtu.

Kliima

Epoksiidide tootmine nõuab palju energiat ning nende üldine globaalse soojenemise potentsiaal varieerub 4,6–6,7 kg CO₂ ekv./kg (University of Plymouth, 2023). Biopõhiste epoksiidide korral on see veidi väiksem, ulatudes umbes 4,079 kg CO₂ ekv./kg.

Ringlussevõetavus

Veepõhised epoksüvärvid on olnud kasutusel alates 1970-ndatest ja uurimistööd nende ringlussevõtmiseks jätkuvad. Epoksiidide olelusringi lõpus on kõige tavalisem töötlus põletamine. On olemas võimalused ringlussevõetud lähteainete kasutamiseks. Käib uurimistöö uuenduslike lahendustega, nagu pulbriliste graniidijäätmete kasutamine epoksüvaikudes ja nendel põhinevate sideainete disainimine kattematerjalide jaoks. Käib töö epoksiidide ja epoksüpõhiste pinnakattevahendite saamiseks ringlussevõetud toorainest, sealhulgas PET-pudelitest.

Kirjandus

www.chemicalsafetyfacts.org/chemicals/epoxy-resins/
www.epoxy-europe.eu/wp-content/uploads/2016/09/EPOXY_SafetyBrochure_2017.pdf

May, Clayton (2018). *Epoxy Resins: Chemistry and Technology* (2nd ed.). CRC Press. p. 65. ISBN 978-1-351-44995-3.

Health Effects from Overexposure to Epoxy WEST SYSTEM. WEST SYSTEM. Retrieved October 2023.
Disposal of 2-part epoxy". (April 2013, Retrieved October 2023). Available: www.lion.com/lion-news/april-2013/how-to-dispose-of-2-part-epoxy-solutions
Bal, Kevser; Ünlü, Kerim Can; Acar, Işıl; Güçlü, Gamze (May 1, 2017). Epoxy-based paints from glycolysis products of postconsumer PET bottles: synthesis, wet paint properties and film properties. *Journal of Coatings Technology and Research*. 14 (3): 747–753.
Kampa, Łukasz; Chowaniec, Agnieszka; Królicka, Aleksandra; Sadowski, Łukasz (September 1, 2022). Adhesive properties of an epoxy resin bonding agent modified with waste granite powder. *Journal of Coatings Technology and Research*. 19 (5): 1303–1316.
University of Plymouth, 2023. Available: ecmacademics.plymouth.ac.uk/jsummerscales/mats347/LCA_quantified_environmental_impacts.htm

PS (ja EPS)

Joonis. 43

EPS-soojustusplaadid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Polüstüreen (PS) on naftast saadud stüreenmono-
meerist valmistatud polümeer. Polüstüreenvaht on
kaubanduslikult saadaval kahel kujul: vahtpolüs-
türeenina (EPS) ja ekstrudeeritud polüstüreenina
(XPS). EPS-i valmistatakse tavaliselt pentaani auru-
tamisega polüstüreeniosakestesse. XPS-i valmis-
tamiseks kasutataval ekstrudeerimisel sulatatakse
polüstüreeniosakesed ekstruuderis ja segatakse
põhilisanditega, seejärel paisub segu jahtumisel.
XPS-i soojustusomadused sarnanevad EPS-i oma-
dele, kuid materjal imab vähem niiskust ja on suu-
rema erisoojusega.

Nii EPS kui ka XPS on enimkasutatavate soojustus-
materjalide seas. Koostise ainulaadsus on asjaolu,
et polüstüreen moodustab toote koostisest ainult
2%, ülejäänud 98% on õhk. Polüstüreen on süttiv.

Mürgisus

Tootmisel kasutataval stüreenil on mitmesugused
negatiivsed tervisemõjud, sealhulgas neurotoksi-
sus ja arvatav kantserogeensus. Gaseeriv aine pen-
taan (kasutatakse EPS-i tootmisel) tekitab ohtlikku
maapinnalähedast sudu.

Tuleohusnõuete täitmiseks lisatakse leegiaeglustit.
Alates 1980-ndatest oli kõige tavalisem leegiaeg-
lusti HBCDD, mis ÜRO Stockholmi konventsiooniga
klassifitseeriti 2013. aastal püsivaks orgaaniline
saasteaineks ja on piiratud kasutusega kemikaalide
nimekirjas. 90% HBCDD-d kasutati polüstüreensoo-
justuses, mis tõenäoliselt on globaalse saastumise
peamine allikas. Tänapäeval kasutatakse muid lee-
giaeglusteid. Teise variandina peavad vahtplastid
olema hoone sisemusest eraldatud termilise tõk-
kega, nt kipsist seinaplaatidega (Babrauskas et al.,
2014).

Polüstüreeni põlemisel vabaneb suur kogus süsinik-
monoksiidi koos stüreeni ja muude mürgiste kemi-
kaalidega.

EPS-ist materjalid on äärmiselt haprad. Väikesed
tükid lähevad tuulega kaasa ja saastavad kesk-
konda. Polüstüreenvaht on biolagunematu, kuid ta
on tundlik päikesevalguse suhtes, mis tekitab foto-
degradatsiooni. Polüstüreenvaht jaguneb väikes-
teks tükkideks keemiliselt lagunemata, nii et tekib
vees ja pinnases olevaid organisme ning ökosüs-
teeme kahjustav mikroplast (Gupra et al., 2022).

Kliima

Polüstüreeni tootmiseks kulub palju fossiilkütuseid.
XPS-i valmistatakse tavaliselt osaliselt halogeeni-
tud fluorosüsivesinikest (HFC134a), millel on suur
globaalse soojenemise potentsiaal. 1 m³ materjali
tootmise (etappide A1–A3) kliimamõju on järgmine
(Ökobaudat, 2023):

- EPS-vahust soojusisolatsioon (tihedus 15–30 kg/
m³): 46,99–87,74 kg CO₂ ekv.;
- EPS-vahust soojusisolatsioon (hall, tihedus 15–25
kg/m³): 58,61–76,73 kg CO₂ ekv.;
- XPS, 30 kg/m³: 94,03 kg CO₂ ekv.

Kuna polüstüreen tagab suurepärase soojusisolat-
siooni, väheneb kütte- ja jahutamisvajadus ning
tekib energiasääst. Sellele vaatamata tuleks suure
ettevaatusega suhtuda väidetes, et kasvuhoo-
negaaside heite vähenemine kasutamise ajal kom-
penseerib polüstüreeni tootmisel tekkiva heite. Klii-
mamõju tuleb hinnata juhtumipõhiselt ja võrrelda
muude materjalidega, millel on sobivad omadused.

Ringlussevõetavus

EPS-i tootmisel ei teki tavaliselt tahkeid jääke. Tööt-
lemisjäätmel, lõikejäägid jne võetakse tootmises
uuesti ringlusse. Teoreetiliselt saaks kogu saas-
tumata polüstüreeni ringlusse võtta: mõnel maal
on selline tehnoloogia olemas. Ringlussevõtmisel
purustatakse polüstüreen graanuliteks ja tagasta-
takse tootmisprotsessi. Sellele vaatamata on polüs-
türeenijäätmete kogumine problemaatiline. Polüs-
türeen on väga kerge, kuid tema maht on suur:
jäätmete kogumine ja transportimine pole öko-
noomne. Peale selle on soojustuspaneelid konst-
ruktsioonidega lahutamatu seotud, neid ei saa
eemaldada ega taaskasutada. Seetõttu palju polüs-
türeenvahtu põletatakse või jõuab prügilasse. Prü-
gila sisemuses, mis on valguse eest varjatud, polüs-
türeenvaht praktiliselt ei lagune.

Lisandite esinemine komplitseerib ringlussevõttu
veelgi. Ehkki tehnoloogiad on olemas, ei ole polüs-
türeeni ringlussevõtusüsteemid Läänemere maades
laialdaselt levinud.

Kirjandus

- Babrauskas V., Fuoco R., Blum A. (2014). Flame
Retardant Additives in Polymers: When do the
Fire Safety Benefits Outweigh the Toxicity Risks? In
“Polymer Green Flame Retardants”, p. 87-118.
CECIC (n.d.) PolyStyreneLoop Cooperative Offers an
Efficient Recycling System to Recover Old Polystyrene
Foam. Available at: cecic.org/a-solution-provider-for-sustainability/chemical-recycling-making-plastics-circular/chemicalrecycling-via-dissolution-to-plastic/polystyreneloopcooperative-offers-an-efficient-recycling-system-to-recover-old-polystyrene-foam
Gupta C., Kaushik S., Himanshu, Jain S., Dhanwani
I., Mansi, Garg S., Paul A., Pant P., Gupta N. (2022).
Bioaccumulation and toxicity of polystyrene
nanoplastics on marine and terrestrial organisms
with possible remediation strategies: A review.
Environmental Advances 8, 100227.

PE (polüetüleen, sh PEX, HDPE ja LDPE) ning PP (polüpropüleen, sh EPP)

Joonis. 44

PE-torud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Nii polüetüleenil kui ka polüpropüleenil on piiratud toimimistemperatuuride vahemik. Külma käes (või modifitseerimisel veidi madalamatel temperatuuridel) muutuvad nad hapraks ja nad hakkavad sulama temperatuuril üle 100 kraadi (mõned üle 140 kraadi juures). Mõlemat toodetakse mitmesuguste tihedustega, nii et saadakse erinevad omadused. Mõlemal on isesugused katalüsaatorid ja/või lisandid ja töötlemisnõuded. Nii madala tihedusega polüetüleeni (LDPE) kui ka kõrgtihedusega polüetüleeni (HDPE) kasutatakse toitekaablite isoleerimiseks, vahuna saab neid kasutada soojustuseks või mitmesuguste kilede tökkematerjalina. LDPE on väikese tihedusega ja teda kasutatakse torude valmistamiseks, samas kui HDPE on suurema tihedusega. Ta sobib pakendimaterjalide (nt kiudude), geokilede ja -membraanide ning isegi pudelite ja kemikaalimahutite valmistamiseks, kuna ta on paljude ainete suhtes väga vastupidav. Ta on hapnikku läbilaskev, mistõttu kasutatakse teda ka joogiveevärgi torude jaoks, kuna joogivesi on juba hapnikuga küllastunud. Ilma täiendavate tökkematerjalideta ei saa teda kasutada süsteemides, kus ei tohi neelduda rohkem hapnikku, näiteks pörandaküttes. Koos hapniku läbipääsu ja imendumist takistava täiendava tökkekihiga kasutatakse teda ka pörandaküttesüsteemides. Ristseotud polüetüleenil (PEX) on mitu olulist modifikatsiooni, millest kõige tavalisemad on järgmised (www.chemie.de/lexikon/polyethylen.html):

- ristsidemed on tekitatud peroksiididega (PE-Xa)
- ristsidemed on tekitatud silaanidega (PE-Xb)
- ristsidemed on tekitatud kiirgusega (PE-Xc), ehituses kasutatakse harva
- ja ristsidemed on tekitatud lämmastiksidemetega, näiteks karbamiidi jmt abil (PE-Xd)

Mürgisus

Puhtaimal kujul loetakse mõlemat plasti (PE-d ja PP-d) vähemürgiseks plastmaterjaliks ja neid kasutatakse toiduga kokkupuutuvate vahendite, näiteks sulguriga kottide ja toidu hoiunõude valmistamiseks. Ehitusmaterjalide korral on selline olukord pigem teoreetiline, kuna modifitseerimiseks tuleb lisada katalüsaatoreid ja/või muid lisandeid. Kõige esimesed katalüsaatorid sisaldavad metalliühendeid, näiteks CrO₃, ränidioksiidi ja TiCl₄. Sõltuvalt pH-st võivad kroomiühendid kergesti teiseneda kantserogeensele kujule, ka on silaan üsna mürgine (Choudhury et al 2021). Üldjuhul ei saa soovitada klooritud ühendeid, kuna nad lagunevad halvasti, on tõenäoliselt püsivad („igavesed kemikaalid“) ja

nende lagusaadused kuhjuvad. Titaan(IV)kloriid on vee juuresolekul väga kiiresti hüdrolyüsuv vedelik, mille lõplik hüdrolyüsisaadus võib olla püsiv ja isegi akumulatuur.

Kuigi puhaste ainete fotodegradatsiooni või pürolüüsi saadused pole tavaliselt mürgised, võib katalüütilisel keemilisel lagunemisel tekkida (soovimatut) benseeni, toluene, ksüleene jne.

Kliima

Mõlemat plasti toodetakse toornaftast, nende saamiseks kulub veel täiendavat energiat ja seega tekib CO₂-heide. Kui siiski on tahtmine kasutada plaste, kuuluvad need kaks parema valiku sekka. Ehkki nad ei ole nii energiatõhusad kui looduslikud materjalid, saab nende süsinikujalajälge vähendada, kui kasutada neid viisil, mis olelusringi lõpus tagab puhta demonteerimise ja ringlussevõtmise.

Ringlussevõetavus

Mõlemad on termoplastid ja neid saab purustamise ja uuestivormimisega tõeliselt ringlusse võtta. See nõuab palju vähem energiat kui keemiline ringlussevõtmine, mis ei ole soovitatav. Sõltuvalt täpsest kasutusalaast võib see materjal olla hästi parandatav, kuna mõnikord saab katkisi kohti parandada kuumutamise teel. Praegu on probleem selles, et pole süsteemi, mis tagaksid eri liiki polüetüleeni ja polüpropüleeni eraldi ja võimalikult puhtana kogumise.

Kirjandus

- Bala, A., Arfelis, S., Oliver-Ortega, H., & Méndez, J. A. (2022). Life cycle assessment of PE and PP multi film compared with PLA and PLA reinforced with nanoclays film. *Journal of Cleaner Production*, 380, 134891.
- Banerjee, R., & Ray, S. S. (2022). Sustainability and life cycle assessment of thermoplastic polymers for packaging: a review on fundamental principles and applications. *Macromolecular Materials and Engineering*, 307(6), 2100794.
- Choudhury, S., Kumar, A., & Kumar, N. (2021). Silane: Risk assessment, environmental, and health hazard. In *Hazardous Gases* (pp. 353-362). Academic Press.
- Kristensen, H. S., & Mosgaard, M. A. (2020). A review of micro level indicators for a circular economy—moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 243, 118531.

Polüuretaan (PUR)

Joonis. 45

PUR-soojustusplaadid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Polüuretaan (PUR) on isotsüanaadi ja polüooli kombineerimisel saadud polümeer. Neid kemikaale saadakse toornafta rafineerimisel. Sõltuvalt kasutusalast läheb vaja lisandeid (nt leegiaeglusteid) ja katalüsaatoreid. PUR võib olla jäik või pehme, valmistatud tehases või soovitud pinna peale või sisse kohapeal pritsitud või valatud. Ta on vastupidav veekindel soojusisolaator. Kahjuks on ta süttiv (de Souza et al., 2021).

Polüuretaane kasutatakse isolaatorites, vahtudes (uste ja akende tihendamiseks ning tühkute täitmiseks), elastomeerides, sünteetilises nahas, pinna- kattevahendites, liimides jne.

Mürgisus

Täielikult reageerinud polüuretaanpolümeer on keemiliselt inertne. Kokkupuude kemikaalidega võib aset leida PU-pritsvahu pealekandmise ajal või pärast seda, mil võivad eralduda kemikaalid. Kokkupuude võib toimuda ka tootmise ajal. Kõige tavalisemalt kasutatavad isotsüanaadid on tolueendiisotsüanaat (TDI) ja metüleendifenüüldiisotsüanaat (MDI). Isotsüanaadid võivad sissehingamisel tekitada hingamishäireid, eriti astmat. Lisaks hingamiselundite ja naha ülitundlikkuse tekitamisele põhjustavad nii MDI kui ka TDI arvatavasti vähktõbe (ECHA, 2023).

Materjali süttivuse tõttu tuleb teda töödelda leegiaeglustitega, mis peaaegu kõik on kahjulikud. PU-plaat sisaldab sageli tris(1-kloro-2propüül) fosfaati (TCPP). Ehkki tema mürgisus imetajatele ja pikaajalise kokkupuute mõju pole teada, on ta mürgine vesikeskkonnas (Babrauskas et al., 2014). Kui polüuretaanvaht süttib, võivad tekkida mitmesugused termilise lagunemise saadused ja mürgised gaasid.

Tootmisel kasutatakse gaseeriva aina nt pentaani, mis tekitab ohtlikku maapinnalähedast sudu.

Kliima

Polüuretaani saadakse naftast, mis iseenesest tekitab palju probleeme. On tehtud mõningaid pingutusi naftapõhiste prekursorite asendamiseks taastuvatest ressurssidest saadud uute prekursoritega, näiteks biopõhiste isotsüanaatide ja polüoolidega (Hai et al., 2021), aga ka CO₂-põhiste polüoolidega. Kliimamõju tuleb hinnata juhtumipõhiselt ja võrrelda muude materjalidega, millel on sobivad omadused. PUR-materjalide globaalse soojenemise potentsiaal (tootmisetappides A1–A3) on järgmine (Ökobaadat, 2023):

- Elastomeerne vuugiteip, polüuretaan: 3,862 kg CO₂ ekv. 1 kg materjali kohta.

- Jäik polüuretaanvaht (torusoojustus), kõva vaht: 153 kg CO₂ ekv. 1 m³ materjali kohta.

Ringlussevõetavus

Pärast hoone demonteerimist või lammutamist saab jäigast polüuretaanvahust valmistatud soojusmaterjale taaskasutada. Puhtad jäiga polüuretaanvahu jäätmed saab purustada ja teha neist uusi materjale (nt pressitud plaate), kasutada nafta sidumiseks või koos tsemendiga isolatsioonimördina. Jäiga polüuretaanvahu jäätmed, mis on saastunud või endiselt muude ehitusmaterjalijääkide küljes, saab saata ainult prügilasse või põletamisele. Polüuretaan tekitab põletamisel mürgiseid gaase. EL-is klassifitseeritakse ta erijäätmeteks, seega on tema ringlussevõtmine raske. On olemas mõned lahendused jäiga polüuretaanvahu jäätmete ringlussevõtmiseks, kuid need ei sobi hiigelsuurte jäätmevoogude jaoks, mis tekivad olulusringi lõppu jõudnud polüuretaantoodete kasutuselt kõrvaldamisel. Polüuretaanide mitmekesisus raskendab universaalse ringlussevõtu väljatöötamist (Fonseca et al., 2023).

Muude polüuretaanmaterjalidega (nt polüuretaanliimidega) seotud probleem on, et neil on piiratud säilimisaeg (mitte rohkem kui aasta).

Kirjandus

- Babrauskas V., Fuoco R., Blum A. (2014). Flame Retardant Additives in Polymers: When do the Fire Safety Benefits Outweigh the Toxicity Risks? In "Polymer Green Flame Retardants", p. 87-118. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444538086000032?via%3Dihub
- ECHA (European Chemicals Agency) (2023). Information on chemicals. Available at: echa.europa.eu/information-on-chemicals
- de Souza F. M., Kahol P.K., Gupta R.K. (2021). Introduction to Polyurethane Chemistry. In Polyurethane Chemistry: Renewable Polyols and Isocyanates. ACS Symposium Series, Vol. 1380. DOI: 10.1021/bk-2021-1380.ch001
- Fonseca L.P., Duval A., Luna E., Ximenis M., De Meester S., Avérous L., Sardon H. (2023) Reducing the carbon footprint of polyurethanes by chemical and biological depolymerization: Fact or fiction? Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry 41:100802. doi.org/10.1016/j.cogsc.2023.100802
- Hai T. A. P., Tessman M., Neelakantan N. et al (2021) Renewable polyurethanes from sustainable biological precursors. Biomacromolecules 22 (5): 1770–1794. doi.org/10.1021/acs.biomac.0c01610

Polüvinüülkloriid (PVC)

Joonis. 46

PVC-torud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



PVC on tavaline plastmaterjal, mida kasutatakse näiteks plastist fassaadikatetes, akendes ja pörandakatetes. Teda peetakse vähese hooldusvajadusega ja heade omadustega materjaliks, kuid tema tootmisel kasutatakse fossiilkütuseid ja sageli sisaldab ta ohtlikke lisandeid. PVC-d on kahte tüüpi: pehmet ja jäika. Pehme PVC sisaldab alati pehmen-dit, mis muudab ta elastseks ja pehmeks. Jäik PVC on kõvem ja seda kasutatakse nt plasttorude jaoks.

Mürgisus

PVC tootmisel kasutatav monomeer vinüülkloriid on klassifitseeritud kantserogeeniks. Ehkki polü-meer pole ohtlik, on leitud, et PVC-materjalid sisal-davad vinüülkloriidimonomeeride jääke (Huang et al., 2022). PVC võib sisaldada lisandeid (nt ftalaate, leegiaeglusteid ja raskmetalle), mis ohustavad nii tervist kui ka keskkonda. Paljud lisandid võivad mõjutada meie hormoone ja sigimist ning veeorga-nisme. PVC põletamisel võivad moodustuda mürgi-sed dioksiinid (Health Care Without Harm Europe, 2021). Ftalaadid ja muud lisandid võivad migree-ruda materjalist vee ja tolmu sisse ning kahjustada nii inimesi kui ka keskkonda. Nende põhjustel pole PVC mürgisuse seisukohalt hea materjal. Tänapäe-val on ftalaatide asendamiseks palju võimalusi, nii et kui on vajadus pehme PVC järele, tuleks valida ilma ftalaatideta materjal.

Kliima

Vinüülkloriidmonomeeri valmistatakse fossiilkü-tustest (etüleenist) ja sooladest (kloriididest), mis tähendab, et see aitab kaasa fossiilkütuste ammen-dumisele (Health Care Without Harm Europe, 2021). PVC tootmise kliimamõju (etappides A1–A3) on vahemikus 2–8 kg CO₂ ekv./kg. PVC-kanali-satsioonitoru summaarne globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 2,6 kg CO₂ ekv./kg, katuse PVC-hüdroisolatsiooni summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 5,82 kg CO₂ ekv./kg ja PVC-pörandakatte summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 7,6 kg CO₂ ekv./kg (Öko-baudat, 2023).

Kui projektis tuleb kasutada PVC-materjale, tuleks kasutada biopõhist PVC-d, mille tootmiseks kasu-tatakse rohkem bioloogilist toorainet ja eelistatult vähem fossiilkütustel põhinevat energiat. Ehituse ülejäägid tuleks eelistatult kokku koguda ja tagas-tada tootjale materjali vahetuks ringlussevõtuks. Kliimamõju tuleb hinnata juhtumipõhiselt ja võr-relda muude materjalidega, millel on sobivad oma-dused.

Ringlussevõetavus

PVC saab võtta ringlusse: nt on olemas tarnijad, kes võtavad ringlusse PVC-torusid või ftalaadivabu pörandakatteid pärast nende puhastamist liimist ja kitist. Suurem osa PVC-st põletatakse, kusjuures üks probleem on saastumine lisanditega. Eriti raske on teada saada vana PVC koostist. Eelistatult tuleks kasutada PVC-tooteid, mida tootja saab ringlusse võtta.

Kokkuvõttes valmistatakse PVC-d mürgisest mono-meerist ja sageli sisaldab ta ohtlikke lisandeid. Tal on suhteliselt väike kliimamõju ja materjali saab võtta ringlusse, ehkki suuremat osa PVC-d ei võeta tänapäeval ringlusse. Kui projektis tuleb kasutada PVC-materjale, tuleks leida tooted, mida saaks ring-lusse võtta, ja küsida tarnijalt teavet lisandite sisal-duse kohta.

Kirjandus

Ökobaudat: www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (nov 2023)

Health Care Without Harm Europe, The polyvinyl chloride debate: Why PVC remains a problematic materia. noharm-europe.org/sites/default/files/documents-files/6807/2021-06-23-PVC-briefing-FINAL.pdf (2021)

Huang L., Fantke P., Ritscher A. and Jolliet O. (2022) Chemicals of concern in building materials: A high-throughput screening. *Journal of Hazardous Materials* 424.

Stüreen- butadieen kautšuk (SBR)

Joonis. 47

SBR-rull

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Stüreen-butadieenkummi on sünteetiline kummi, mis on saadud stüreeni ja butadieeni polümeerumisel. SBR on mitmekülgne materjal, mis teiste ainetega (lisandite või polümeeridega) segamisel parandab nende toimimist spetsiifilistes rakendustes.

Mürgisus

Kui SBR on täielikult polümeerunud (materjalis pole jääkmonomeere), ei sisalda ta ohtlikke aineid, kuid lisandid võivad olla ohtlikud. Lisandid on näiteks plastifikaatorid, täiteained ja/või antioksidandid. Need lisandid võivad olla ftalaadid, HA-õlid, tsinkoksiid, butüülhüdrosütolueen (BHT) ja butüülhüdrosüanisool (BHA).

Kliima

SBR-i tootmisel tekib kasvuhoonegaaside heide naftaõli rafineerimisel, lähtemonomeeride saamisel ja polümeeri töötlemisel. Kõigis neis etappides tekib süsinikdioksiidiheide. Kui SBR-i ei taaskasutata ega võeta ringlusse, tekivad kasvuhoonegaasid ka materjali põletamisel olelusringi lõpus. SBR-plastprofiilide korral on materjali summaarne globaalse soojenemise potentsiaal (tootmisetappides A1–A3) 4,30 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaudat, 2023).

Ringlussevõetavus

SBR on materjal, mida saab ringlusse võtta ja taaskasutada. Materjalide varieeruvus ja lisandite sisaldus võib SBR-i ringlussevõtmise keeruliseks teha.

Eriti olelusringi lõpus olevate rehvide puhul on tavaline SBR-i mehaaniline ringlussevõtmine, kui kummipuru kasutatakse teekatetes, spordiväljakutel ja ehitusmaterjalides. Keemilise ringlussevõtu erimeetodid, näiteks pürolüüs ja depolümeriseerimine, on suunatud SBR-i monomeerideks lagundamisele või taaskasutamisele väärtusliku lähteainena naftakeemias. Ehkki täieliku ringlussevõetavuse tagamisel esineb probleeme (nt saastumine, kvaliteedi säilitamine ja majanduslik tasuvus) suunavad jätkuvad uuendused ja õiguslik tugi tööstust kehtlikumate ja suletud ringlusega lahenduste poole (Pikoń K. et al. 2024)

Kui SBR on saadud kasutatud rehvidest, on soovitatav mõelda ohtlike ainete esinemisele (vt järgmine peatükk).

Kirjandus

Ökobaudat. www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (Nov 2023)

Pikoń K, Poranek N, Marczak M, Łaźniewska-Piekarczyk B, Ścierski W. Raw and Pre-Treated Styrene Butadiene Rubber (SBR) Dust as a Partial Replacement for Natural Sand in Mortars. *Materials* (Basel). 2024 Jan 17;17(2):441. doi: 10.3390/ma17020441. PMID: 38255609; PMCID: PMC10817672.

Rehvide ringlussevõtmisel saadud SBR

Joonis. 48

Taaskasutatud SBR-i graanulid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Vanadest rehvidest saadud materjalide taaskasutamine asendab põletamise ringlussevõtmisega (Armada et al., 2022). Näiteks on tavaline, et ringlussevõetud rehvidest saadud graanuleid kasutatakse jalgpalliväljakute või mänguväljakute pinna täitematerjalina.

Mürgisus

Ringlussevõetud SBR võib sisaldada tervisele ja keskkonnale kahjulikke aineid, sealhulgas näiteks polüaromaatseid süsivesinikke (PAH), lenduvaid orgaanilisi ühendeid (LOÜ), poollenduvaid orgaanilisi ühendeid (PLOÜ), ftalaate, vulkaniseerivaid aineid, raskmetalle jmt. Ringlussevõetud rehvide allika ühtluse tagamine on problemaatiline, mistõttu ringlussevõetud rehvigraanulite koostis varieerub oluliselt. Ringlussevõetud rehvidest saadud graanulid, mida kasutatakse jalgpalliväljakutel, on REACH-määruse reguleerimisalas ja kaheksa PAH-i piirsisaldus on 20 µg/g (ECHA, 2021).

Kliima

Ringlussevõetud SBR ei tekita kasvuhoonegaase, kuna tegemist on ringlussevõetud materjaliga, mida saab ka edaspidi ringlusse võtta. Kliimamõju tekib materjali töötlemisel kummigraanuliteks, nende transportimisel ja põletamisel olelusringi lõpus. Ringlussevõetud SBR-i kohta pole üldisi kliimaandmeid. Kliimamõju tuleb hinnata seoses muude keskkonnamõjudega, mis tekivad näiteks graanulite sattumisel keskkonda.

Ringlussevõetavus

Tänu vastupidavusele ja mitmekülsusele saab ringlussevõetud SBR-i veel ringlusse võtta. Sellele vaatamata piirab kasutamise võimalusi ohtlike ainete sisaldus, kuna mürgiste ühenditega kokkupuute ohu tõttu ei tohiks materjali kasutada inimeste ega keskkonna lähedal.

Termoplastsed elastomeerid (TPE)

Joonis. 49

Profiliga TPE-ribad

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



TPE ehk termoplastsed elastomeerid on koondnimetus, mis hõlmab kaht liiki polümeere: 1) Termoplastsed polümeerid: need on hargnenud või hargnemata pikaahelalised plastpolümeerid, mis pakivad end tihedalt kokku, kui temperatuur langeb klaasistumistemperatuurist allapoole. Üldiselt nad kuumutamisel sulavad ja on vormitavad uuele kujule. Termoplastid on näiteks polüstüreen (PS), polüvinüülkloriid (PVC) ja polüetüleentereftalaat (PET); 2) Elastomeersed polümeerid: nad on elastsed nagu kummi. Sellised materjalid on näiteks polüuretaan (PUR) ja stüreen-butadieenkummi (SBR).

TPE sisaldab ka lisandeid, näiteks plastifikaatoreid, täiteaineid ja antioksidante. TPE-del on mitmesuguseid variante, millest igaüht tuleb hinnata polümeeri ja selles kasutatavate lisandite konkreetse kombinatsiooni põhjal. On kirjeldatud mitmeid TPE tüüpe, nagu TPS, TPE-O, TPE-PVC, TPEPUR (Whelan, 2017).

Mürgisus

Polümeeri koostise ja elastomeeri osakaalu tõttu sisaldavad TPE-d tüüpjuhul vähe ohtlikke aineid. Sellele vaatamata võivad lisandid olla ohtlikud, nii et iga TPE-d tuleb üksikult hinnata.

Kliima

TPE-de tootmine tekitab kasvuhoonegaase, kuna nii naftaõli rafineerimine, ahelasse minevate monomeeride saamine ja polümeeri töötlemine tekitavad süsinikdioksiidiheidet. Käimasolev uurimistöö keskendub biopõhiste ja taastuvate ning väiksema kliimamõjuga TPE-de väljatöötamisele. Sellele vaatamata jäävad alles piirangud nagu mehaanilised omadused, kulutõhusus ja lagundatavus (Jeon, Jung and Choi, 2023).

Ringlussevõetavus

TPE on materjal, mida saab ringlusse võtta ja taaskasutada. Seda saab ka sulatada ja konkreetse rakenduse jaoks ümber vormida. Sellele vaatamata võivad TPE ringlussevõtul probleeme tekitada materjalide segu ja lisandeid sisaldavad tooted.

Kirjandus

Whelan, D. (2017). Thermoplastic elastomers.

In Brydson's Plastics Materials (pp. 653-703).

Butterworth-Heinemann.

Jeon, J. H. Jung, J. H. and Choi, C. (2023). Toward a greener future: Exploring sustainable thermoplastic elastomers. Journal of Polymer Science.

EPDM

Joonis. 50

EPDM-lõigud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



EPDM (etüleenpropüleendieen monomeer) on vulkaniseeritud sünteetiline kummi. Lõpp-polümeeri omadused on määratud polümeeri peahela ehitusega, sealhulgas ristsidemete arvuga. Vulkaniseerimine muudab kummi ühtlaseks, vastupidavaks ja mitmekülgeks ning võimaldab taaskasutamist muutumatul kujul, kuid välistab ringlussevõetavuse, kuna materjali ei saa uue struktuuri tekitamiseks sulatada.

Mürgisus

Tüüpiliselt ei sisalda EPDM ohtlikke aineid, kuid materjali sisse jäävad vulkaniseerivad ained või jäägid.

Kliima

EPDM-i tootmine tekitab kasvuhoonegaase, kuna nii naftaõli rafineerimine, ahelasse minevate monomeeride saamine ja polümeeri töötlemine tekitavad süsinikdioksiidiheidet. Kui EPDM-i ei taaskasutata, tekivad kasvuhoonegaasid ka materjali põletamisel. EPDM-kile korral on materjali summaarne globaalse soojenemise potentsiaal (tootmisetappides A1–A3) 4,30 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaudat, 2023).

Ringlussevõetavus

EPDM on materjal, mida saab taaskasutada, kuid mitte ringlusse võtta. Seda ei saa sulatada ega mingi muu rakenduse jaoks ümber kujundada. Seetõttu olelusringi lõpus materjal tavaliselt põletatakse energia taaskasutamiseks.

NBR

Joonis. 51

NBR-torud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



NBR (nitriil-butadieenkummi) on vulkaniseeritud sünteetiline kummi, mis on valmistatud akrüülnitriilist ja butadieenist. See on mitmekülgne materjal, mis teiste ainetega (lisandite või polümeeridega) kombineerimisel parandab nende toimimist spetsiifilistes rakendustes.

Mürgisus

NBR ise ei sisalda ohtlikke aineid, kuid lisandid ja vulkaniseerimisjäädgid võivad olla ohtlikud. Lisandid on näiteks plastifikaatorid, täiteained, antioksidandid, leegiaeglustid ja vulkaniseerimist kiirendavad ained. Mõned konkreetset näited on ftalaadid, klooritud parafiinid, broomitud leegiaeglustid, tiuraamid ja ditiokarbamaadid (viide).

Kliima

NBR-i tootmine, näiteks naftaõli rafineerimine, ahelasse minevate monomeeride saamine ja polümeeri töötlemine, tekitavad süsinikdioksiidiheidet. Kui NBR-i ei taaskasutata ega võeta ringlusse, tekitavad kasvuhoonegaasid ka materjali põletamisel. NBR-i jaoks pole üldisi kliimaandmeid.

Ringlussevõetavus

NBR on materjal, mida on raske ringlusse võtta, mistõttu kohtades, kus materjali ringlussevõtmist puudub, olelusringi lõppu jõudnud materjal sageli põletatakse. NBR-i ringlussevõtmist võivad keerulisamaks muuta materjalide segu sisaldavad ja nende eraldamist vajavad tooted või lisandite esinemine. Kuna materjal on vulkaniseeritud, tuleb ta teistes rakendustes kasutamiseks uuesti vulkaniseerida (Ghowasi and Jahmshidi, 2023)

Kummi

Joonis. 52

Profiliga kummitihend

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Süntetiline kummi on tehiskummi, mida süntetiseeritakse nafta kõrvalsaadustest. Seda saab valmistada ka ringlussevõetud materjalidest, näiteks rehvidest, spordivahenditest ja isegi jalatsitest.

Mürgisus

Süntetilisest materjalidest valmistatud kummi võib õhku eraldada lenduvaid orgaanilisi ühendeid (LOÜ), mis on ebameeldiva lõhnaga ja väga mürgised. Süntetiline kummi võib sisaldada materjali tootmisel kasutatavate kantserogeensete või endokriinfunktsiooni kahjustavate kemikaalide jääke.

Kliima

Süntetilisest kummit valmistatakse naftast, mis on taastumatu loodusvara. See tekitab olulist kliimamõju. Üks neist on see, et tehiskummi tootmine saastab õhku. Inimeste valmistatud kummi kuumutamisel satuvad atmosfääri mürgised jäägid.

Ringlussevõetavus

Teoreetiliselt saab süntetilisest kummi ringlusse võtta teiste kummiesemete tootmiseks ning seega vähendada prügilasse sattumist ja üldist keskkonnamõju. Süntetilise kummi ringlussevõtul on suurimaks takistuseks materjalis olevad mürgised kemikaalid.

Seeneniidistik

Joonis. 53

Mütseeliumplokid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Seeneniidistikust komposiitmaterjali tootmisel kasvatatakse valgemädaniku tekitajate seeneniite põllumajandus- ja metsandusjääkide, nt seemnekestade ja pöögilaastude peal. Saksamaal toimunud valdkondadevahelises projektis (Berkau, et al., 2019) kasvatati lakkvaabikut (*Ganoderma lucidum*) seemnekestade ja pöögilaastude peal. See seen kasutab orgaaniliste ainete, sealhulgas ligniini väliks seedimiseks ensüümide keerulist segu. Selleks peab ta kõigepealt seonduma orgaaniliste koostisosadega, nii et tekib komposiitmaterjal. Seene toitumine peatatakse vee eemaldamisega komposiitmaterjalist.

Mürgisus

Seeneniidistikust komposiitmaterjali kõik olulised koostisosad üldiselt ei eralda sisekeskkonda mürgiseid aineid. Kuna kasutatav taimne materjal on juba surnud, ei teki immuunreaktsioone, sealhulgas ei toimu sekundaarsete fütokemikaalide eraldumist. Komposiitmaterjali kõik koostisosad lagunevad looduslikes tingimustes täielikult, kuna nad esinevad tegelikes ökosüsteemides. Nad ei eralda looduskeskkonda mürgiseid aineid, kui neid ei kasutatud lähteainete kasvatamisel.

Seega on selle komposiitmaterjali paigaldamine töötajatele ohutu.

Seente toiduks oleva taimse biomassi kasvatamise ajal on soovitatav kasutada biotsiide. Sõltuvalt biotsiidi liigist aitab see reguleerida seene kasvukiirust ja vältida kahjulike ainevahetussaaduste teket. On teada, et seened akumulatsioonid ohtlikke aineid, sealhulgas raskmetalle, kuid saastumine toimub alati saastunud materjalist toitumisel. Seetõttu ei sisalda seeneniidistikust komposiitmaterjal ohtlikke aineid, kui neid ei leidu taimses materjalis.

Looduslikult kasvatatud ja töötlemata seeneniidistikust komposiitmaterjal ei eralda kasutamisea lõpus mürgiseid aineid.

Kliima

Seeneniidistikust komposiitmaterjali globaalse soojenemise potentsiaal on väga väike. Tooraine sisaldab taimset biomassi, mis kasvu ajal salvestab süsinikku. Seeneniidistik kinnitub selle külge ja seob materjali kokku. Väike osa seotud süsinikust vabaneb rakkude hingamisel. Kuna seened ei lagunda kogu taimset materjali, jääb enamik süsinikust komposiitmaterjali sisse. Toorainest tingitud kliimamõju on väike, kuna materjali toodetakse puidutööstuse või põllumajanduse kõrvalsaadustest. Kohapeal tootmise võimalus toob kaasa kasvuhoonegaaside väikese heite transpordil.

Ringlussevõetavus

Looduslike seeneniidistikust komposiitmaterjale saab olulusringi lõpus nii taaskasutada, kasutada muul otstarbel, ringlusse võtta kui ka kompostida. Tänapäeval puudub süsteem seeneniidistikust komposiitmaterjali ringlussevõtmiseks. Tootjad ja muud ettevõtted võivad tühiku täita tulevikus, kui neid komposiite kasutatakse märkimisväärses koguses. Seetõttu on kõige tavalisem töötlus olulusringi lõpus energia taaskasutamine põletamisega või kompostimine.

Looduslikust seeneniidistikust komposiitmaterjalid võivad olla ringlussevõetavad. Tehniline ringlussevõtt sama liiki uutest komposiitides kasutamiseks töötab ainult siis, kui seente toitmiseks vajalikku taimset materjali on alles piisavalt palju. Seetõttu on seeneniidistikust komposiitmaterjalide tehniline ringlus piiratud, bioloogilises ringluses saab materjali kasutada ökosüsteemi toitaena.

Sobivates tingimustes võib seeneniidistikust komposiitmaterjal olla kauakestev. Komposiit on mõnel määral vetthülgav. Teda tuleks kaitsta pikaajalise kokkupuute eest niiskusega. Materjal imaks suures koguses vett, mis soodustaks edasist looduslikku lagunemist mikroorganismide toimet.

Kirjandus

Berkau, A. J., Nuzum, A.-K., Schmitt, H., Krause, I., Lüdemann, J., Senn, J.,... Eger, Y. (2019). Die Entwicklung, Nutzung und Verbreitung von pilzbasierten Materialien nach Cradle to Cradle Prinzipien als transdisziplinäre Forschung. Leuphana University Lüneburg.

Välise soojusisolatsiooni komposiitsüsteemid (ETICS)

Välise soojusisolatsiooni komposiitsüsteemid (ETICS) on mitmekihilised fassaadisüsteemid, mida paigaldatakse hoonete välisseintele soojusliku toimivuse suurendamiseks, energiatarbe vähendamiseks ja fassaadi vastupidavuse parandamiseks. ETICS-komposiit koosneb neljast olulisemast kihist peale müüritise või betooni, mis moodustavad tegelikult seina. Esimene kiht on soojusisolatsioon (nt kivivill, vahtpolüstüreen või ekstrudeeritud polüstüreen, polüuretaan, klaasvill, mineraalvill, kork, puitkiudplaat) (Landolfi & Nicolella, 2022), mis kinnitatakse liimiga või mehaaniliste kinnitustahvritega. Kasutatakse aluskihti, mis tüüpiliselt on klaaskiust sarrusvõrguga tugevdatud tsement, orgaanilist viimistluskihti (nt akrüül- või silikoonkrohvi) ja orgaanilist värvi (valikuline) (Burkhardt et al., 2011). Nende süsteemide minimaalne soojustakistus peaks olema suurem kui $1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (Barreira & de Freitas, 2014).

Mürgisus

ETICS võib muutuda toksiliseks kas viimistluskihis, krohvis (nt akrülaat või silikoonkrohvis) või mõlemas olevate algitsiidide, fungitsiidide ja muude biotsiidide mõjul. krohvides ja värvides kasutatakse üht kuni kaheksat säilitusainet, mille kogusisaldus on 0,5–1% (Burkhardt et al., 2011). ETICS kasutab soojustuseks ka vahtpolüstüreeni (EPS) ja ekstrudeeritud polüstüreenina (XPS), mis eraldavad sisekeskkonda tolueeni, etüülbenseeni, ksüleenit ja stüreeni. Lisaks eraldavad ETICS-i soojustusmaterjalide kinnitamiseks kasutatavad liimid sisekeskkonda formaldehüüdi (Wi et al., 2021).

Kliima

ETICS-i kasutamine võib tänu soojustuse paraneamisele tuua kaasa energiasäästu kasutamisaasis (Landolfi & Nicolella, 2022). Kasvuhoonegaaside heide tootmisel sõltub väga suurel määral komposiidis olevast soojustusmaterjalist. Näiteks EPS-soojustusega ETICS-i korral tekib peamine kogus EPS-i tootmisel, mis annab 65,1% toote globaalse soojenemise kogupotentsiaalist. Sarnaselt moodustab kivivill 78,2% ETICS-i globaalse soojenemise potentsiaalst, samas kui puidukiudude korral on globaalse soojenemise potentsiaal tunduvalt väiksem (Potrč et al., 2016). Ilma soojustus- ja seinamaterjalita ETICS-süsteemide tootmise globaalse soojenemise potentsiaal etappides A1–A3 on vahemikus 4,849–10,11 kg CO₂ ekv./m². Töötlemisel olulusringi lõpus on globaalse soojenemise potentsiaal kasutuselt kõrvaldamise etapis C4 0,1806–0,5661 kg CO₂ ekv./m² (Ökobaad, 2023).

Ringlussevõetavus

väga oluliselt piirab ETICS-i taaskasutamise võimalusi bioloogiline kasv. Bioloogilist kasvu soodustab pinna suur niiskusesisaldus, mis üldiselt tekib niiskuse välispinnal kondenseerumise, vihma ja kuivamise tulemusel (Barreira & de Freitas, 2014). Ringlussevõtmine on problemaatiline, kuna ETICS koosneb mitmest komponendist ja materjalide segust. Tänapäeval pole ETICS-i ringlussevõtt korralikult välja kujunenud, uuritud on ainult suure energiamahtusega ringlussevõtutehnoloogiaid. Näiteks EPS-põhiste ETICS-i korral on uuritud mehaanilise ja termokeemilise ringlussevõtu kombinatsiooni (Netsch et al., 2022).

Kirjandus

- Barreira, E., & de Freitas, V. P. (2014). External Thermal Insulation Composite Systems: Critical Parameters for Surface Hygrothermal Behaviour. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014(1), 650752. doi.org/doi.org/10.1155/2014/650752
- Burkhardt, M., Zuleeg, S., Vonbank, R., Schmid, P., Hean, S., Lamani, X., Bester, K., & Boller, M. (2011). Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. *Water Science and Technology*, 63(9), 1974–1982. doi.org/10.2166/wst.2011.128
- Landolfi, R., & Nicolella, M. (2022). Durability Assessment of ETICS: Comparative Evaluation of Different Insulating Materials. In *Sustainability* (Vol. 14, Issue 2). doi.org/10.3390/su14020980
- Netsch, N., Simons, M., Feil, A., Leibold, H., Richter, F., Slama, J., Yogish, S. P., Greiff, K., & Stapf, D. (2022). Recycling of polystyrene-based external thermal insulation composite systems – Application of combined mechanical and chemical recycling. *Waste Management*, 150, 141–150. doi.org/doi.org/10.1016/j.wasman.2022.07.001
- Ökobaumat. (2023). Standardized online database for LCA datasets. www.oekobaumat.de/no_cache/en/database/search.html
- Potrč, T., Rebec, K. M., Knez, F., Kunič, R., & Legat, A. (2016). Environmental Footprint of External Thermal Insulation Composite Systems with Different Insulation Types. *Energy Procedia*, 96, 312–322. doi.org/doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.154
- Wi, S., Kang, Y., Yang, S., Kim, Y. U., & Kim, S. (2021). Hazard evaluation of indoor environment based on long-term pollutant emission characteristics of building insulation materials: An empirical study. *Environmental Pollution*, 285, 117223. doi.org/doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117223

Polümeerbetoon

Joonis. 54

Polümeerbetoonist plaadid

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Polümeerbetoon, mida nimetatakse ka epoksügraaniidiks, on betoonitüüp, milles traditsioonilise tsementsideaine asemel kasutatakse polümeersideainet. Polümeersideaineid valmistatakse sünteetilisest vaikudest, näiteks epoksü-, polüester või akrüülvaikudest. Polümeerbetooni valmistamiseks kasutatakse ka täiteaineid, näiteks liiva, killustikku ja purustatud kive.

Mürgisus

Polümeersideaine võib sisaldada kõvastumisest jäänud monomeerijääke, näiteks bisfenool A-d (epoksüvaikude korral). Need jäägid võivad materjali olelusringi jooksul sellest leostuda.

Kliima

Sünteetiliste orgaaniliste polümeeride tootmine tekitab kasvuhoonegaase, kuna hõlmab naftaõli rafineerimist, lähtemonomeeride saamist ja järgnevat polümeriseerimist, mis kõik tekitavad kasvuhoonegaaside heidet.

Ringlussevõetavus

Peale üksikute kasutusalaade on polümeerbetooni ringlussevõtt tüüpiliselt problemaatiline.

Ehitusvaldkonnas kasutatakse polümeerbetooni sageli juba olemasolevate betoontarindite parandamiseks. Ta on ka korrosioonikindel, mistõttu seda kasutatakse tavaliselt ehitistes, mis tõenäoliselt asuvad niiskes keskkonnas, näiteks ujumisbasseinides.

Tõrvapapp

Joonis. 55

Tõrvapaberi rull

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Tõrvapapp ehk tänapäevase nimega bituumenpaber või bituumevooderpaber, on bituumeniga kaetud tugev paber. Tõrv on asendatud bituumeniga ja tegelikku tõrvapappi kasutatakse vahel harva näiteks ajalooliseks renoveerimiseks.

Mürgisus

Bituumenpaber koosneb tugevast paberist, vooderijõupaberist, bituumenist ja mineraalidest, sageli peenest liivast. Bituumenpaberi ja tema põhikomponendi bituumeni keemilist koostist kontrollitakse rangelt, nii et tavakasutusel ei eraldu sellest kahjulikke ühendeid. Sellele vaatamata võivad bituumenpaber põhjustada nii loodus- kui ka sisekeskkonda saastumist, kui bituumenikihti kuumutatakse veeldumiseni. Kokkupuude bituumeniga võib toimuda aurude sissehingamisel või imendumisel naha kaudu. Bituumen on algselt inertne materjal, mida tuleb töödeldavaks muutmiseks kuumutada või lahustada. Temast saadakse sillutus-, katusekatte- ja muid materjale. Kõrge temperatuur soodustab kokkupuudet bituumeniga töökiskonnas tema emissioonide kaudu ning suurendab kantserogeenuse riski. Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur (IARC) on asfaldisuitsu liigitanud klassi 2B (võimalik kantserogeen), mis näitab, et kantserogeenne mõju inimesele pole piisavalt tõendatud (IARC, 2013). Ka võib bituumevooderpaber tootmise ning ehitus-, parandus- või lammutustööde ajal eraldada tolmuosakesi, mis võivad põhjustada naha või hingamisteede ärritust (RoofKeen, 2022). USA Riiklik Tööohutuse ja Töötervishoiu Instituut (NIOSH) on kehtestanud kokkupuute soovitusliku piirnormi 5 mg/m³ 15-minutilise ajavahemiku jooksul (NIOSH, 2015). Soome on kehtestanud kokkupuute soovitusliku piirnormi 10 mg/m³ 15-minutilise ajavahemiku või 5 mg/m³ 8 tunni jooksul (HTP-ARVOT 2020). Bituumenpaberit ei kasutata üldiselt ehituspaberina hoonete sees, kuna toode sisaldab bituumenit ja lõhneb iseloomulikult (Tectis, 2023).

Vana tõrvapappi või bituumenpaberit sisaldavalt tarindeid lammutades tuleb olla ettevaatlik. Vana tõrvapapp või bituumenpaber võib sisaldada kahjulikke aineid, näiteks polüaromaatseid süsivesinikke (PAH) või asbesti (Työterveyslaitos, 2016). Ohtlike ehitusmaterjalide uurimisel või neid sisaldavate tarindite lammutamisel tuleb järgida kohalike õigusaktide nõudeid.

Kliima

Bituumeni tootmine tekitab kasvuhoonegaase, kuna toimub naftaõli rafineerimine. Teave konkreetselt bituumenpaberi tootmisel tekkiva kasvu-

hoonegaaside heite kohta on piiratud. Täiendava teabe saamiseks vt allolevat punkti „Bituumenhüdroisolatsioon“.

Ringlussevõetavus

Bituumenpaberit loetakse materjaliks, mida ei saa taaskasutada ega ringlusse võtta. Teda saab energia taaskasutamiseks põletada (Ympäristöhallinto, 2022). Bituumenpaberit kasutatakse tarindite kaitsmiseks vihma ja tuule eest. Ta laseb läbi veeauru, kuid on veekindel. Tänu läbilaskvusele, s.o hingavusele, kasutatakse teda seintes ja põrandates, tavaliselt soojusisolatsioonist väljaspool oleva tuulekaitsena (Tectis, 2023) või niiskustökkena eelkõige puitseintes ning ülemistel ja alumistel korrustel (Ympäristöhallinto, 2022). Bituumenpaberit toodetakse võrgusarnase materjalina ja tavaliselt tarnitakse kokkurullituna. Paberi mõlemad küljed on tavaliselt kaetud mineraalidega, näiteks peene liivaga. Liivaga katmine väldib bituumeni mahajooksmist, kui paber puutub kokku kuumusega. See väldib ka rullis oleva paberi kokkukleepumist (Tectis, 2023).

Kirjandus

International Agency for Research on Cancer, IARC (2013). Bitumens and Bitumen Emissions, and Some Nand S-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Vol. 103. Lyon, France publications.iarc.fr/127
Cavallari, J. M., Zwack, L. M., Lange, C. R., Herrick, R. F., & McClean, M. D. (2012). Temperature-Dependent Emission Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Paving and Built-Up Roofing Asphalts. *Annals of Occupational Hygiene*, 56(2), 148–160. doi: [10.1093/annhyg/mer098](https://doi.org/10.1093/annhyg/mer098)
RoofKeen, (2022) What Is the Difference Between Roofing Felt and Tar Paper? (2022) roofkeen.com/what-is-the-difference-between-roofing-felt-and-tar-paper/
HTP-arvot (2020) Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet, Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 24, julkaisut. valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162457/STM_2020_24_J.pdf
Tectis Oy, (2023) Tuulensuojat ja vuoraus, Bitumivuorauspaperi Arvo, tectis.fi/tuotteet/tuulensuojat-ja-vuoraus/eialakategoriaa/bitumivuorauspaperi-arvo/
Työterveyslaitos, (2016) Asbesti rakennusmateriaaleissa.
Ympäristöhallinto, (2022) Bitumipaperi, tervapaperi, www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/ekotehokasrakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-tietopankki/bitumipaperi-tervapaperi

Bituumen- hüdroisolatsioon

Joonis. 56

Bituumenmembraani rull

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Tänapäeval kasutatakse suurem osa (üle 70%) bituumenit tee-ehitusel, kus teda kasutatakse liimi või sideainega ja täitematerjali osakeste seguna, millest saadakse asfaltbetoon (MPA, 2022). Teised peamised kasutusala on kasutamine bituume- nit sisaldava hüdroisolatsioonina ja lamekatuste tihendamine. Bituumen on mitmekülgne, vastupi- dav, säästlik ja eelkõige väga veekindel, mis muu- dab ta ideaalselt sobivaks nii uute hoonete kui ka renoveeritavate katuste jaoks ettenähtud süstee- mides. Hüdroisolatsioonile erisuguste omaduste andmiseks saab teda modifitseerida mitmesuguste materjalidega: lubjakivi, liiva ja polümeeridega (BMI Group, 2023).

Polümeeridega modifitseerimiseks on kaks põhi- tüüpi:

- SBS (stüreen-butadieen-stüreen)
- APP (ataktiline polüpropüleen)

Mürgisus

Bituumenhüdroisolatsioon koosneb bituumenist ja mitmesugustest materjalidest, mis annavad memb- raanile erisugused omadused. Bituumenhüdroiso- latsiooni mürgisus on võrreldav bituumenpaberi mürgisusega. Bituumenhüdroisolatsiooni keemilist koostist kontrollitakse rangelt nii et tavakasutusel ei eraldu sellest kahjulikke ühendeid. Sellele vaa- tamata võib bituumenhüdroisolatsioon põhjustada nii loodus- kui ka sisekeskkonda saastumist, kui bituumenikihti kuumutatakse veeldumiseni. Kokku- puude bituumeniga võib toimuda aurude sissehin- gamisel või imendumisel naha kaudu.

Kliima

Bituumenhüdroisolatsiooni korral sõltub globaalse soojenemise potentsiaal materjali kg kohta memb- raani tihedusest ja muudest omadustest (Ökoba- ud, 2018):

- bituumenlehtede V 60, mille tihedus on 5,0 kg/m², globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 2,323 kg CO₂ ekv./ kg;
- bituumenlehtede PYE-PV 200 S5 (kiltkiviga kaetud), mille tihedus on 6,2 kg/m², globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1– A3 on 4,985 kg CO₂ ekv./kg.

Bituumenihteite põhiosa pärineb tooraine tootmi- sest. Kuna SBS tekitab suure osa heitest, võiks süsi- nikujalajälge vähendada ka alternatiivsete kopolü- meeride kasutamine bituumeni modifitseerimiseks (Bionova Ltd, 2022).

Ringlussevõetavus

Euroopa Liidu (EL) riikides on keelatud bituumen- hüdroisolatsiooni viimine prügilasse. Praegu on bituumenhüdroisolatsiooni kasutamine asfaldi- tööstuses ainus tööstuslikus mahus toimiv ringlus- sevõtumeetod (Peltoniemi, 2022). Bituumenhü- droisolatsiooni ringlussevõtt vajab samu etappe, mis uue bituumeni tootmine. Protsess on energiamaa- hukas ja seetõttu on heiteid palju. Kõrge tempera- tuur soodustab samuti kokkupuudet bituumeniga töökeskkonnas ning suurendab tema kantseroge- eensust (IARC, 2013).

Bituumenhüdroisolatsioon sobib ehitusel kasuta- miseks niiskusesisolatsioonina ja katusekattemater- jalina (IKO, 2020). Tüüpiliselt toimub paigaldamine keevitamiseega.

Kirjandus

BMI Group, What is Bitumen Roofing?, (2023) www.bmigroup.com/uk/bmi-from-the-rooftop-blog/what-is-bitumen-roofing/

Mineral Products Association (2022). MPA, Asphalt Applications, 22 January 2022 www.mineralproducts.org/search-results.aspx?searchtext=Asphalt+Applications&searchmode=anyword

International Agency for Research on Cancer. (2013). Bitumens and Bitumen Emissions, and Some N- and S-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. (Vol. 103). Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Retrieved from publications.iarc.fr/127

HTP-arvot 2020, Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet, Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2020:24, julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162457/STM_2020_24_J.pdf)

Bionova Ltd, (2022) Generic data for bitumen roofing – modified bitumen sheets, www.co2data.fi/reports/Bitumen-roofing-revisedJanuary-2022.pdf

Peltoniemi, Joonas, Kattohuovan kierrätys, (2022) Tampere University, Bachelor's Programme in Engineering and Natural Sciences, 2022, trepo.tuni.fi/handle/10024/140498

Ökobaudo, Sustainable Construction Information Portal, the Federal Ministry for Housing, Urban Development and Building (Germany), 2018 www.oekobaudo.de/en.html

IKO, (2020) What is the difference between bitumen roofing and EPDM roofing?, 2020 be.iko.com/en/what-is-the-difference-between-bitumen-roofing-and-epdm-roofing/

Klaasplast

Joonis. 57

Klaaskiud

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Klaasplast on plast, mis on tugevdatud klaaskiududega. See on põhjus, miks teda mõnikord nimetatakse klaaskiududega tugevdatud plastiks või klaasiga tugevdatud plastiks (Tencom Ltd., 2022).

Klaaskiud võivad sisaldada eri tüüpi klaasi. Leheks valtsitud klaasplastis on kiud juhusliku asetusega või kootud kangaks. Klaasplast on kergekaaluline, tugev ja vähem habras. Üks klaasplasti kõige kütkestavam omadus on see, et teda saab vormida mitmesugusele kujule.

Klaasplast käitub nagu tavaline klaas (Tencom Ltd., 2022):

- Ta ei ima niiskust.
- Ta ei hallita.
- Ta ei juhi elektrit.
- Ta ei roosteta, kahane, paisu ega põle.

Mürgisus

Klaasplastis olevaid ränidioksiidikiude ei loeta üldiselt ohtlikeks. Sarruse ja muude täitematerjalide osakesed on suuremad kui 5 µm, mistõttu nad ei kandu alveoolidesse. Sellele vaatamata võivad neid sisaldavate toodete mehaanilisel töötlemisel (nt lihvimisel) tekkida väiksemad osakesed, mille sissehingamist tuleb vältida. Ehkki kiud ise teadaolevalt ei kahjusta inimeste tervist, on nendega käitlemise ja töötlemise ajal tekkiva kiutolmuga kokku puutudes ikkagi võimalik saada hingamisteede ärrituse ning naha, silmade ja neelu mehaanilise ärrituse. Mõnede teadustööde põhjal on klaaskiu ohutus kahtluse alla seatud, kuna uuringud on näidanud, et klaaskiudude koostis (asbest ja klaaskiud on mõlemad silikaatkiud) võib tekitada samasugust toksilisust kui asbestil (Fuller, 2008, YU, 2010). Kuumuse käes ei eralda klaaskiud suitsu ega toksilisi kemikaale (Tencom Ltd., 2022).

Kliima

Klaaskiust toodete kliimamõju tuleneb peamiselt klaasi sulatamisest. Tootmise kliimamõju on keskmiselt 1,44 kg CO₂ ekv. klaaskiu kg kohta. Kohapealne otsene heide pärineb maagaasi põletamise tõttu umbes 37% ulatuses tootmisetappidest A1–A2 (Glass Fibre Europe Rue Belliard, 2023).

Ringlussevõetavus

Tavaliselt ei võeta klaasplasti ringlusse, kuna jahvatamine ja purustamine hävitab suurema osa klaasist ja vähendab kiudude tugevust, vastupidavust ja suurust, nii et nende kasutatavus tulevikus väheneb tunduvalt. Seetõttu on ringlussevõetud klaasplasti järele väga väike nõudlus. Veel üks probleem klaasplasti ringlussevõtmisel on see, et ringlussevõtuks

vajalikud seadmed on väga kallid ja ei ole igas ringlussevõtukäitises kättesaadavad (Goncalves et al., 2022).

Ehkki klaasplasti on raske taaskasutada, saavad klaaskiududest soojustuse tootjad kasutada ringlussevõetud klaasi. Klaaskiud võivad sisaldada kuni 40% ringlussevõetud klaasi (NAIMA, 2005).

Klaasplasti kasutatakse laialdaselt fassaadipaneelide, aknaraamide, uste, märgruumide seadmete jne konstruktsioonis (Saarela, O. et. al., 2019). Ta ei korrodeeru kasutamisel karmis keskkonnas ja on kergekaaluline (Tencom Ltd., 2022).

Kirjandus

Tencom Ltd., (2022) The Different Types and Forms of Fiberglass and How They Are Used, 2022, www.tencom.com/blog/the-different-types-and-forms-of-fiberglass-and-how-they-are-used

Fuller, John, (2008) Fiberglass and Asbestos. Is insulation dangerous?, Retrieved 27 August 2010 web.archive.org/web/20110720122709/www.einstein.yu.edu/ehs/Industrial%20Hygiene/Fs_Fibergls.htm
Glass Fibre Europe Rue Belliard (2023). Life cycle assessment of CFGF – Continuous Filament Glass Fibre Products. 199, B-1040 Brussels

Gonçalves, R.M., Martinho, A., Oliveira J.P., (2022) Recycling of Reinforced Glass Fibers Waste: Current Status. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8876600/

North American Insulation Manufacturers Association (NAIMA), FAQs About Fiber Glass Insulation, (2005) www.naima.org/pages/resources/faq/faq_fiber.html
Saarela Olli, Airasmaa Ilkka, Kokko Juha, Skrifvars Mikael, Komppa Veikko, (2019) Komposiittirakenteet www.lujitemuovi.fi/

Puitplastkomposiidid

Joonis. 58

Puit-/plastikterrassilauad

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Puitplastkomposiidid (PPK) on tehtud puidukiududest ja plastist, näiteks polüetüleenist, polüpropüleenist, polüpiimhappesest või polüvinüülkloriidist. PPK-d on suhteliselt uued materjalid ja neid kasutatakse puhtast puidust toodete asendajana. Ringlussevõetud plastkomponent vähendab materjali tootmisel tekkivat kasvuhoonegaaside heidet võrreldes uue plasti kasutamisega.

Mürgisus

Puhas puit on materjal, mis ei sisalda mürgiseid kemikaale. Tingimusel, et ringlussevõetud plastkomponent ei sisalda kahjulikke lisandeid, pole PPK-d toksilised. Kui PPK-s kasutatakse töötlemata puitu ja plast ei sisalda kahjulikke lisandeid, ei eralda materjal keskkonda kemikaale.

Kliima

Teave puitplastkomposiitide tootmisel tekkiva kasvuhoonegaaside heite kohta on piiratud ja kasutatavatest andmebaasidest pole leitud üldisi andmeid PPK-de tootmise kliimamõju kohta.

Ringlussevõetavus

Teoreetiliselt saab PPK-sid uuesti kasutada uute komposiitide tootmiseks, kuid puit- ja plastkomponenti ei saa ringlusse võtta eraldi. Kõige tavalisem töötlus olelusringi lõpus on energia taaskasutamine põletamisega või prügilasse ladestamine.

Kirjandus

Khan, M. M. H., Deviatkin, I., Havukainen, J., & Horttanainen, M. (2021). Environmental impacts of wooden, plastic, and wood-polymer composite pallet: a life cycle assessment approach. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 1607-1622.

Aerogeelid

Joonis. 59

Aerogeeli materjalinäidis

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Aerogeelid on äärmiselt poorsed nanostruktuuriga tahked materjalid. Rohkem kui 80% materjalist on õhk. Kuna tal on märkimisväärselt head soojust isoleerivad omadused, võib laieneda materjali kasutamine ehitusvaldkonnas nii sisemise isolatsioonina kui ka väliste krohvisüsteemide lisandina. Aerogeel on väga kerge väikese tihedusega tahke materjal, milles vedelik on asendatud gaasiga. Mõned allikad võrdlevad tema tihedust õhuga: aerogeeli tihedus on umbes 1,2 mg/cm³ ja ta on ainult kolm korda õhust raskem.

Mürgisus

Kuna aerogeel koosneb ainult ränidioksiidist ja õhust, siis toode pole mürgine. Peale selle kasutatakse tootmisel prekursorina siloksaane, millega seotud ohud on väheolulised. Kasutamise ajal tekitavad aerogeelist isolatsioonikihid tolmu, mis koosneb täielikult amorfsest ränidioksiidist. Amorfset ränidioksiidi pole liigitatud kantserogeenseks ja pole leitud tõendeid silikoosi kohta (Baetens, 2011).

Kliima

Tänu hüdrofoobsetele omadustele aerogeel ei vanane ega hallita. See pikaealisus teiseneb minimaalsele kasvuhoonegaaside heitele kogu olelusringi jooksul (Thermablok, 2023). Võttes arvesse ainult tootmisetapid A1–A3, on aerogeelide summaarne globaalse soojenemise potentsiaal neis etappides 114 kg 0,11 m³ aerogeelitahvli kohta (AEROCOINs, 2015).

Ringlussevõetavus

Kuna aerogeelid on vastupidavad loomuliku lagunemise suhtes, on nad pika kasutuseaga, mistõttu tekib vähem jäätmeid ja väheneb vajadus ringlussevõtmise järele. Peale selle väidavad aerogeelide tootjad, et materjal on ringlussevõetav, kuna ta koosneb ainult ränidioksiidist ja õhust ja ei sisalda ohtlikke aineid, mis võiksid ringlussevõtmist takistada (Thermablok, 2023). Kahjuks pole ringlussevõtusüsteeme veel piisavalt.

Programmis IEA-EBC uuritakse superisolatsioonimaterjale (SIM), näiteks vaakumsoojustuspaneele (VIP), gaastäidisega paneele (GFP) ja aerogeelipõhiseid tooteid (ABP) (iea-ebc.org). Uurimistöö käib, kuid suurepärase soojustust pakkuvad materjalid on ka suhteliselt kallid, ning puuduvad andmed nende vastupidavuse kohta mitmesugustes temperatuuris ja niiskustingimustes.

Kirjandus

- EBC. Long-Term Performance of Super-Insulating Materials in Building Components and Systems (2023). iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_65_Factsheet.pdf
- Baetens, R., Jelle, B. P., & Gustavsen, A. (2011). Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review. *Energy and buildings*, 43(4), 761–769.
- Thermablok® Aerogel Insulation. Retrieved November 8, 2023 www.thermablok.com/
- AEROCOINs (2015). Aerogel-based Composite/Hybrid Nanomaterials for Cost-effective Building Superinsulation systems. Retrieved November 8, 2023 cordis.europa.eu/docs/results/260/260141/final1-aerocoins-_finalreport.pdf
- Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., Asdrubali, F. (2016) Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62: 988–1011. doi. [org/10.1016/j.rser.2016.05.045](https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045)

Vaakum- soojustuspaneelid

Joonis. 60

Vaakumsoojustuspaneel

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Vaakumsoojustuspaneelid, mille tavaline nimetus on ka „VIP“ (Vacuum Insulation Panel), on soojusisolatsioon, mis koosneb väikese tihedusega sisemisest materjalist (nt jääk kuumutatud ränidioksiid), mis on mähitud õhutihedasse suure eraldusvõimega ümbriks. Sellise struktuuri tulemuseks on uuenduslik soojusisolatsioonilahendus, mille lambda on väiksem kui 0,0045 W/mK (Božiček, 2023).

Mürgisus

Ehkki VIP-des olevat kuumutatud ränidioksiidi peeti ohutuks, on mõned uuringud näidanud, et kuumutatud ränidioksiidi tootmisel tekivad mürgised kemikaalid. Hiljutised loomueuringud näitavad siiski, et väikeste koguste allaneelamine ei ole kahjulik (Maynard, 2014). Kuumutatud ränidioksiidi saadakse ränitetrakloriidist, mis ei tekita vähiriski ega ole reproduktiivtoksiline. Sellele vaatamata leiti, et materjal tekitab ülitundlikkust (HS fact sheet, 2010).

Kliima

VIP-de kliimamõju mõjutab peamiselt kuumutatud ränidioksiid, mille tootmisele langeb üle 90% globaalse soojenemise potentsiaal. Huvitav on teada, et selliste VIP-de majanduslik ja kasvuhoonegaaside heite tasuvusaeg (3,7–8,6 aastat) on lühem kui aerogeelil (Božiček, 2023). VIP-de globaalse soojenemise potentsiaali kohta tootmistappides A1–A3 on mõned tootjad teada andnud, et nende VIP-de globaalse soojenemise potentsiaal on umbes 41 kg CO₂ ekv. (INNOVIP, 2020). Tootmisel tekkiv kasvuhoonegaaside heide muutub sõltuvalt kasutatavast materjalist. Heidet võivad vähendada ringlussevõetud materjalide kasutamine ja väiksema energiamahukusega tootmismeetodid (Resalati et. al. 2020). VIP-d saab valmistada ringlussevõetud materjalidest ja see võib vähendada tooraine hankimisega seotud kasvuhoonegaaside heidet.

Ringlussevõetavus

Kahjustamata paneele saab hõlpsasti taaskasutada. Uurijad on välja töötanud VIP ringlussevõetumeetodid (INNOVIP, 2020). Peale selle on VIP-de oodatav kasutusiga üle 25 aasta, mis vähendab üldist vajadust ringlussevõtmise järele (Božiček, 2023). Programmis IEA-EBC uuritakse superisolatsioonimaterjale (SIM), näiteks vaakumsoojustuspaneele (VIP), gaastäidisega paneele (GFP) ja aerogeelipõhiseid tooteid (ABP) (iea-ebc.org). Uurimistöö käib, kuid suurepärase soojustust pakkuvad materjalid on ka suhteliselt kallid, ning puuduvad andmed nende vastupidavuse kohta mitmesugustes temperatuuris ja niiskustingimustes.

Kirjandus

Božiček, D., Peterková, J., Zach, J., & Košir, M. (2024). Vacuum insulation panels: An overview of research Literature: with an emphasis on environmental and economic studies for building applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113849. INNOVIP (2020). Innovative multifunctional VacuumInsulation-Panels (VIPs) for use in the building sector. Retrieved December 7, 2023 [ec.europa.eu/research/participants/documents/](https://ec.europa.eu/research/participants/documents/docId/74474444-1234-4567-8901-234567890123) Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., Asdrubali, F. (2016) Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62: 988-1011. doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045

Gaastäidisega paneelid

Joonis. 61

Gaastäidisega soojustuspaneel

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Gaastäidisega paneelid (Gas-filled panels; GFP-d) koosnevad tõkestusümbrisest ja tõkestuskihina toimivate peegeldavate kihtide vahel olevast gaasist. Gaas võib olla õhk või sellest tihedam asendusvariant, mille eesmärk on advektsooni ja soojusjuhtivuse vähendamine (Baetens, 2010).

Mürgisus

GFP-d on suhteliselt lihtsad ehitusmaterjalid, mis koosnevad alumiiniumist tõkestuskihist ja gaasist. Kasutatav gaas võib olla väävelheksafluoriid, külmaaine või inertgaas. Üldiselt pole need gaasid ohtlikud, kuid mõnel juhul võivad nad ise või nende lagusaadused tekitada ülitundlikkust (Baetens, 2010).

Kliima

Kuna on leitud, et gaastäidisega paneelid on vähemtöotavad kui vaakumsoojustuspaneelid, pole andmed GFP-de kliimamõju kohta kättesaadavad. GFP-de globaalse soojenemise potentsiaal võib märkimisväärselt varieeruda, kuna kasutatav gaas võib olla inertne, või vastupidi, olla suure globaalse soojenemise potentsiaaliga nagu freoonid. Võrreldes vaakumsoojustuspaneelidega võib freoonidega täidetud GFP-de globaalse soojenemise potentsiaal gaasilekke korral olla hiiglasuur. (Baetens, 2010).

Ringlussevõetavus

Alumiiniumfoolium süttib kõrgel temperatuuril ja see raskendab alumiiniumümbrise ringlussevõtmist. Mitmesuguste gaaside kogumine ja taaskasutamine ei tarvitse olla majanduslikult efektiivne. Lisaks põhjustaksid ümbrise kahjustused gaasikao keskkonda ja muudaksid ringlussevõtmise võimatuks.

Programmis IEA-EBC uuritakse superisolatsioonimaterjale (SIM), näiteks vaakumsoojustuspaneele (VIP), gaastäidisega paneele (GFP) ja aerogeelipõhiseid tooteid (ABP) (iea-ebc.org). Uurimistöö käib, kuid suurepärase soojustust pakkuvad materjalid on ka suhteliselt kallid, ning puuduvad andmed nende vastupidavuse kohta mitmesugustes temperatuuris ja niiskustingimustes.

Kirjandus

Baetens, R., Jelle, B. P., Gustavsen, A., & Grynning, S. (2010). Gas-filled panels for building applications: A state-of-the-art review. *Energy and Buildings*, 42(11), 1969-1975.

Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., Asdrubali, F. (2016) Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62: 988-1011. doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045

Õlid

Joonis. 62

Õlitatud puidupind

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Ehitusvaldkonnas kasutatakse õlisid peamiselt puidu või krohvi dekoratiivviimistluseks või betoonpindade tihendamiseks. Tavaliselt kasutatakse selleks linaseemneõli, tungaõli, „taani õli“ või tiikpuuõli, mis pärast pealekandmist polümeriseeruvad ja moodustavad kõva kile. Puidu kaitseks võiksid sobida ka muud liiki looduslikud õlid (nt oliiviõli, rafineeritud kanepiõli või isegi kreekapähkliõli). Mõnel juhul kasutatakse naftast saadud mineraalõli.

Linaseemneõli on üks populaarsemaid lähteaineid lakkide tootmisel. Linaseemneõli kvaliteedi tõstmiseks ja kuivamiskiiruse suurendamiseks saab teda kaks korda keeta. Pärast pealekandmist polümeerub linaseemneõli teatud aja jooksul täieliku kõvastumise ja kuivamiseni.

Mürgisus

Looduslikud õlid pole üldiselt ohtlikud. Võivad esineda lisanditega, näiteks lahustitega, pigmentidega, kuivatusainetega jne seotud ohutegurid. Töödeldud õlid, näiteks kaks korda keedetud linaseemneõli või mineraalõli on kahjulikud, kui nad satuvad seedetrakti või hingamisteedesse.

Kliima

Sageli on biopõhised õlid väiksema heitega. See varieerub sõltuvalt tootmispiirkonnast, õli liigist, sünteetiliste väetiste ja pestitsiidide kasutamisest põllumajanduses ning energiakasutusest saamise ja töötlemise ajal. Muutused kohalikke ökosüsteeme mõjutavas maa- ja veekasutuses võivad tekitada ka kaudset kliimamõju.

Ringlussevõetavus

Katteaine suurendab pindade vastupidavust ja pikendab nende kasutust ja kauapüsivat katet saab vajadusel uuendada. Kuna õli kulub kasutamisel ära, pole selle ringlussevõtmise ega taaskasutamise asjakohane.

Vahad

Joonis. 63

Vahatatud puitpõrand

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Looduslikud vahad, näiteks sojavaha, karnaubavaha (brasiilia palmi vaha) või mesilasvaha saab kasutada puidu või muude materjalide jaoks kasutatavate lakkide saamiseks. Tüüpiliselt on vahad pikaahelalised alifaatsed ühendid, mis on toatemperatuuril tahked ja sulavad suhteliselt madalal temperatuuril (40–50 °C).

Vahasid võib saada ka fossiilkütustest, näiteks nafta destilleerimisel, ja sel juhul nimetatakse neid parafiinvahaks. Vahasid sünteesitakse ka tööstuslikus mahus, näiteks saadakse polüetüleenvaha etüleenipolümeriseerimisel. Sünteetilisi või fossiilkütustest saadud vahasid kasutatakse teatud kattematerjalides.

Mürgisus

Looduslikud vahad pole teadaolevalt ohtlikud. Polüetüleenvaha loetakse samuti mittetoksiliseks. Naftast saadud parafiinvahad võivad sisaldada ohtlikke jääke, näiteks polüaromaatseid süsivesinikke (PAH) (Shubik, 1962).

Ringlussevõetavus

Kattematerjal pikendab pindade kasutusega ning kauapüsivat katet saab vajadusel uuendada. Kuna õli kulub kasutamisel ära, pole selle ringlussevõtmine ega taaskasutamine asjakohane.

Kliima

Sünteetilisi vahasid ja naftast saadud vahasid toodetakse mitmeetapilise töötlemisega, mistõttu kasvuhoonegaaside heide on märkimisväärne. Kasvuhoonegaaside heide võib varieeruda sõltuvalt vaha liigist ning tootmisel kasutatud energiast ja sisendmaterjalidest.

Kirjandus

Shubik, P., Saffiotti, U., Lijinsky, W., Pietra, G., Rappaport, H., Toth, B.,... & Ramahi, H. (1962). Studies on the toxicity of petroleum waxes. *Toxicology and applied pharmacology*, 4, 1-62. doi.org/10.1016/0041-008X(62)90112-6

Tsement

Joonis. 64

Tsemendipulber

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Mitmesugustes rakendustes kasutatakse paljusid eri koostisega tsemendisegusid. Kõige laialdsemalt kasutatakse portlandtsementi. Tavaliselt on tsemendi peamised koostisosad lubi, ränidioksiid (liiv), alumiiniumoksiid (Al₂O₃), magneesium (magneesiumoksiid), raudoksiid, kips, väävel ja teised vähemolulisemad koostisained. See on lihtsustatud kirjeldus, kuna tavaliselt valmistatakse tsementi mitmeetapilises tootmisprotsessis keerulisematest mineraalsetest koostisainetest või tööstuslikest kõrvalsaadustest.

Tänapäeval on tsement oluline ehitusmaterjal. Teda kasutatakse betooni valmistamiseks. Tsementi kasutatakse koos liiva ja veega müürimördi saamiseks ning ta on ka paljude ehituskrohvide koostises, kus ta toimib peamise sideainena. On olemas mitmesugused tsemendipõhised krohvid, mis sobivad kasutuseks mitmesugusel otstarbel. Tsemendist valmistatakse ka katusekive, mitmesuguseid fassaadikatteid (nt kiudtsemendist), kergbetootahvleid ja ehitusplokke.

Mürgisus

Tsemendisegud, näiteks betoon, krohv ja mört, on leeliselised ning märjalt ärritavad või isegi söövitavad nahka ja silmi, mistõttu nende käsitlemisel tuleb olla ettevaatlik. Kivistunult on ta suhteliselt inertne ja pole ohtlik. Kuiva tsemenditolmu sissehingamine võib kahjustada hingamisteid ja seda tuleks vältida.

Kliima

On teada antud, et tsemendi tootmine annab olulise osa inimtekkelisest süsinikdioksiidiheitest, kuid tegemist on ka ühe kõige kasutatavama ehitusmaterjaliga. Üldiselt on tsemendi süsinikujalajälj võrreldav põletatud savitelliste omaga. Tsemendi tootmisel tekkiv kasvuhoonegaaside heide pärineb peamiselt lubja energiamahukast töötlemisest, mis eraldab ka CO₂. Tsement sisaldab lubja, mis seob õhust CO₂, kuna lubi muutub aja jooksul aeglaselt kaltsiumkarbonaadiks. See vähendab olulusringi summaarset heidet. Tsemendi tootmisel (etappides A1–A3) on summaarne globaalse soojenemise potentsiaal 665 kg CO₂ ekv./t materjali kohta ehk 0,67 kg CO₂ ekv./kg materjali kohta (Ökobaumat, 2024).

Ringlussevõetavus

Tsemendipõhiseid tooteid (nt tsementkrohvi, -plaate, -katteid ja -tahvleid) saab purustada ja kasutada täitematerjalidena teede ehitamisel ja sillutamisel, maastikukujunduses või ringlussevõetud

betoonis. Peamiselt on tegemist väärtust kahan-dava ümbertöötlemisega.

Kirjandus

Ökobaumat. www.oekobaumat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December 2024).
Rodriguez, Juan. (2019). Ways to Recycle and Reuse Concrete. LiveAbout. www.liveabout.com/recycling-concrete-how-and-where-to-reuse-old-concrete-844944

Tsementbetoon

Joonis. 65

Valatud betoon

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Betoon on inimkonna poolt enimkasutatavate materjalide seas. Betoon koosneb tsemendist, veest ja täitematerjalist, tavaliselt liivast ja killustikust. Betooni kasutatakse nüüdisajal sillutise, ehitusplaatide ja katuste valmistamiseks või valatakse vormidesse konstruktsioonialementide (seinte ja sammaste) saamiseks. Teda saab kasutada ka ehitusplokkide ja katusekivide valmistamiseks. Kergbetoonist plokkide saab teha mullbetoonist või kergekaaluliste täitematerjalide, näiteks klinkri, pimsi või perliidi lisamisega.

Mürgisus

Kivistunud betoon on suhteliselt inertne ja pole ohtlik. Märg betoon võib nahka ärritada või söövitada, kuna ta on leeliseline. Teatud liiki betooni lisanditena võidakse kasutada alküülfenoole, mis endokriinfunktsiooni kahjustavate omaduste tõttu ohustavad inimeste tervist (Lamprea, 2018).

Kliima

Betoonist tingitud kasvuhoonegaaside heide pärineb peamiselt tsemenditootmisest. Betooni laialdane kasutamine ehituses tekitab suurt koguheidet. Heite minimeerimiseks tuleks betoonisegusid optimeerida vastavalt projektioludele, et tagada tsemendi tõhus kasutamine. Võimalusel tuleks kasutada muid sobivaid materjale, mille heide on väiksem (nt puitu või kivi). Tsement sisaldab lupja, mis seob õhust CO₂, kuna lubi muutub aja jookul aeglaselt kaltsiumkarbonaadiks. See vähendab olelusringi summaarset heidet.

Betooni (C20/25) globaalse soojenemise kogupotentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 157 kg CO₂ ekv./m³ materjali kohta ehk 0,07 kg CO₂ ekv./kg materjali kohta (Ökobaudat, 2024).

Ringlussevõetavus

Betooni saab purustada ja kasutada täitematerjalidena teede ehitamisel ja sillutamisel, maastikukujunduses või ringlussevõetud betoonis (Collins, 2010).

Kirjandus

Collins, F. (2010). Inclusion of carbonation during the life cycle of built and recycled concrete: influence on their carbon footprint. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, 549-556. doi.org/10.1007/s11367-010-0191-4

Lamprea, K., Bressy, A., Mirande-Bret, C., Caupos, E., & Gromaire, M. C. (2018). Alkylphenol and bisphenol A contamination of urban runoff: an evaluation of the emission potentials of various construction materials and automotive supplies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 21887-21900. doi.org/10.1007/s11356-018-2272-z

Ökobaudat. www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December 2024).

Lubibetoon

Joonis. 66

Lubipõhine betoonsein

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Lubibetooni on kasutatud iidsetest aegadest saadik ja enne portlandtsemendi ilmumist oli ta oluline ehitusmaterjal. Lubibetooni saadakse lubja ja liiva või muude täitematerjalide segamisel teatud vahekorras. Lubja ja liiva segu saab kasutada müürimördina. Materjal peab kuivama kauem kui portlandtsement. Teatud lubjasegusid saab kasutada isegi vee all kivistuva hüdraulilise tsemendi saamiseks.

Mürgisus

Lubibetoon ei ole mürgine, kuid kuna lubi on ärritav või söövitav, tuleb tema käsitlemisel olla ettevaatlik. Peale selle söövitab lubjatolm hingamisteid.

Kliima

Betoonis kasutatava lubja tootmine on üldiselt vähem energiamahukam kui portlandtsemendi tootmine. Lubibetoon sisaldab ühe osa lubja ja vähemalt kaks liiva ja vett. Kuna liiv on looduslik materjal, mida tüüpiliselt ei töödelda, on tal väga väike süsinikujalajalg. Seetõttu võiks eeldada, et lubibetooni globaalse soojenemise potentsiaal on väiksem kui kustutatud lubjal (Ca(OH)_2), mille summaarne globaalse soojenemise potentsiaal tootmisetappides A1–A3 on 1,1 kg CO₂ ekv./kg (Ökobaudat, 2024)

Ringlussevõetavus

Betooni saab purustada ja kasutada täitematerjalidena teede ehitamisel ja sillutamisel, maastikukujunduses või ringlussevõetud betoonis.

Kirjandus

Ökobaudat. www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December, 2024)

Ringlussevõetud betoon

Joonis. 67

Purustatud tellis ja betoon, betoonisegu täitematerjalina

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Betoonipuru (lammutusjäätmel) saab koguda, purustada ja jahvatada ning kasutada uue betooni täitematerjalina. See aitab säästa loodusvarasid. Tuleb tagada, et lähteaineks olev betoon ei oleks kasutamise ajal saastunud (nt mitmesuguste kemikaalide tootmishoonetes, autoremonditöökodade põrandates (õlilekked), kemikaalide või ohtlike jäätmete ladudes kasutamisel). Betoonipuru saab kasutada ka teede sillutamiseks (Nixon, 1978; Oikonomou, 2005).

Mürgisus

Kui kasutatakse saastunud betoonijäätmeid, võib ringlussevõetud betoon muutuda saasteallikaks.

Kliima

Tänu väiksemal energiakasutusele töötlemise ja transpordi ajal on kliimamõju üldiselt väiksem kui purustatud kivimitest täitematerjali kasutamisel. Teiseks on see väiksem, kuna teisesel kasutamisel neeldub õhust oluline kogus CO₂ (Collins, 2010).

Ringlussevõetavus

Ringlussevõetud betoon suurendab ehitusvaldkonna ringluspõhisust ja kasutab ära betoonijäätmeid.

Kirjandus

Collins, F. (2010). Inclusion of carbonation during the life cycle of built and recycled concrete: influence on their carbon footprint. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, 549-556. doi.org/10.1007/s11367-010-0191-4

Nixon, P. J. (1978). Recycled concrete as an aggregate for concrete—a review. *Matériaux et Construction*, 11, 371-378. doi.org/10.1007/BF02473878

Oikonomou, N. D. (2005). Recycled concrete aggregates. *Cement and concrete composites*, 27(2), 315-318. doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.02.020

Värvid

Joonis. 68

Seinavärv

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Värve kasutatakse ehitusel mitmesuguste pindade, näiteks krohvitud seinte või lagede, puitpindade, fassaadide ja muude pindade katmiseks. Värvid on vee- või lahustipõhised.

Lahustipõhised värvid (näiteks õlivärvid või alküüdemailvärvid) sobivad tavaliselt väliskasutuseks, tüüpiliselt siis, kui on vaja paremaid toimimisinäitajaid pindade kaitseks ilmastiku toime ja veekahjustuste, korrosiooni, päikese UV-kiirguse ja muude keskkondlike või bioloogiliste tegurite eest. Puudus on see, et pealekandmise ajal eraldub suur kogus LOÜ-sid.

Veepõhiseid värve kasutatakse vähemnõudlikes keskkondades ja tüüpiliselt sisaldavad nad vähem ohtlikke koostisaineid. On välja töötatud ka palju veepõhiseid kõrgefektiivseid värve, mille vastupidavus ja muud omadused on sama head kui lahustipõhistel värvidel.

Värvide koostis on iga kategooria jaoks erinev, kuid peamised koostisained on järgmised: sideained (tavaliselt sünteetilised polümeerid, nt akrülaat, vinüülakrülaat, polüvinüülatsetaat); pigmendid; lahusti (vesi ja väikeses koguses muid lahusteid); täiteained (kaltsiumkarbonaat jmt); lisandid, näiteks vahutamistavastased ained, paksendajad, stabilisatorid ja säilitusained. Veepõhiseid värve müüakse tüüpjuhul purgis olevate vedelate toodetena, mistõttu peavad nende koostises olema säilitusained, mis hoiavad ära riknemise mikroorganismide tõttu, kes võivad rikkuda kattematerjali või tekitada kahjulikke mükotoksiine. Koostises võivad esineda ka muud ohtlikud ained (kontrollida juhtumipõhiselt) (Hirsch, 2023).

On olemas ka mürgivabad looduslikud materjalid, näiteks savipõhised värvid või lubjapiim, mis on üldiselt keskkonna- ja tervisesõbralikud.

Õlivärvid. Need kattematerjalid sisaldavad looduslike õlisid, näiteks linaseemneõli, tungaõli või muid õlisid, mis on lahustatud naftas või muudes lahustites. Täiendavad koostisosad on pigmendid, kuivatussained, täiteained ja muud lisandid. Pealekandmisel eralduvad LOÜ-de suured kogused. Õlisid, näiteks linaseemneõli, saab kasutada üldse ilma lahustiteta (vt jaotis „Lakid“).

Alküüdvärvid ja alküüdemailvärvid on õlivärvide edasiarendus ja nad on valmistatud alküüdvaikudest, lahustitest ja muudest lisanditest. Alküüdvärvid on tuntud hea vastupidavuse ja mitmekülgse poolest, kuid nad sisaldavad suures koguses LOÜ-sid.

Epoksüvaigupõhised värvid on tavaliselt kahekomponentsed tooted, mis koosnevad vaikudest ja nende kõvenditest. Epoksüpinnakatted on tavaliselt väga vastupidavad, vastupidavad keskkonna- ja kemikaal-

limõjude suhtes ning kauakestvad. Nad on lahustipõhised ja eraldavad kasutamisel suures koguses LOÜ-sid. Lisaks võib välis- või sisekeskkond saastuda bisfenool A jääkidega (vaigu tootmiseks kasutatava reageerimata monomeeri väikeste kogustega). Teadaolevalt on bisfenool A reproduktiivtoksiline ja kahjustab endokriinsüsteemi (ECHA, 2023).

Polüuretaanvärvid (PU-värvid) võivad olla kahe- või ühekomponentsed ja sõltuvalt koostisest saab neid kõvendada eri vahenditega ja eri tingimustes. Polüuretaan on polümeer, mis tekib isotsüanaatide ja polüooli, mis on PU-värvide üliolulised komponendid, reaktsioonil. Isotsüanaadid võivad kahjustada hingamisteid ja arvatavasti põhjustavad vähktõbe. Lisaks sisaldavad PU-värvid LOÜ-sid ja tõenäoliselt ka muid ohtlikke komponente (SpecialChem, 2023).

Puitu konserveerivad kattematerjalid on mõeldud välitingimustes olevate puitpindade töötlemiseks ja nende kaitsmiseks vananemise ja lagunemise eest keskkonnategurite ja mikroorganismide toimel. Need kattematerjalid sisaldavad tavaliselt suures koguses biotsiide, mis võivad leostuda keskkonda (Paijens, 2020). Mõned neist kemikaalidest võivad olla keskkonnas püsivad.

Veepõhised LOÜ-de vähese või nullsisaldusega värvid: veepõhiseid värve on mitut liiki, näiteks akrüül-, lateks-, veepõhised email-, veepõhised emulsioonvärvid jt. Veepõhised värvid pole täiesti vabad ohtlikest kemikaalidest, kuna koostises võib esineda vähesel määral LOÜ-sid, kuid pärast pealekandmist hajub suur osa LOÜ-dest suhteliselt kiiresti (Chang, 2011). LOÜ-de nullsisaldusega värvid on täiesti LOÜ-vabad. Samas on suletud nõus kasutatavad säilitusained (nt isotiasolinoonid) vähemlenuvad, mistõttu nad auruvad pikema ajavahemiku jooksul ja võivad sisekeskkonda oluliselt saastada (Lundov, 2014). Ohtlike raskmetallipõhiseid pigmente enam ei kasutata, kuid neid võib esineda vanades värvides, mida ei tohi kasutada, vaid tuleb nõuetekohaselt kõrvaldada.

Savipõhiste värvide koostises ei tarvitse üldse olla LOÜ-sid, sünteetilisi sideaineid ega säilitusaineid, mistõttu nad on ühed kestlikumad pinnakattevahendid. Neid müüakse vedelal kujul või pulbrina. Savivärvid pole kaubanduslikult laialdaselt saadaval, kuid kestliku ehitamise valdkonnas on nad ärritanud huvi ja nende turunišš on laienemas.

Lubjapiim on lihtne lahendus sise- või välisseinte katmiseks. Kuna lubjapiim sisaldab ainult lupja ja vett, sobib ta isetegijatele. Omaduste parandamiseks võib talle lisada täiendavaid koostisosi. Lubjapiimaga katmine on keskkonnasõbralik, kuid tema valmistamisel ja pealekandmisel tuleb kasutada isikukaitse-

vahendeid, kuna lubi ja lubjalahus on söövitavad ja võivad põletada nahka ja silmi.

Looduslikke pigmente saadakse taimedest, loomadest või mineraalsetest pigmentidest. Kaubastatavaid pigmente saab kasutada isetegemiseks. Üldiselt on nendega töötamine ohutu, kui välditakse nende tolmu sissehingamist ja välistatakse raskmetallide esinemine.

Mürgisus

Veepõhised värvid võivad sisaldada väikeses koguses LOÜ-sid, lahustipõhised värvid sisaldavad LOÜ-sid suures koguses. Mõned LOÜ-d võivad olla kantseroogeensed ning põhjustada hingamisteede või muude organite ärritust, peavalu ja muid tervisekahjustusi. Peaaegu kõik veepõhised värvid sisaldavad säilitusaineid, näiteks isotiasolinoone või ka muud liiki säilitusaineid. Säilitusained võivad sattuda keskkonda ja põhjustada kahjulikku mõju või saastada sisekeskkonda. Puidu töötlemiseks mõeldud katteained sisaldavad suures koguses biotsiide, mis ohustavad keskkonda (Paijens, 2020).

Värvid võivad sisaldada ka teisi lisandeid, näiteks vaike, dispergaatoreid, säilitusaineid, vahutamistavastaseid aineid, pindaktiivseid aineid ja plastifikatoreid, millest mõned võivad olla ohtlikud (Healthy Building Network, 2023; IARC, 2012)

Kliima

Värvidest tekkiv kasvuhoonegaaside heide sõltub väga suurel määral värvi liigist, toorainest ja sisenenergiast. Üldine suundumus on selline, et veepõhised värvid on väikese süsinikujalajäljega ja lahustipõhised värvid on suurema jalajäljega. Praegu pole andmed eri liiki värvide globaalse soojenemise potentsiaali kohta laialdaselt kättesaadavad. Tüüpiliselt on veepõhiste sisevärvide globaalse soojenemise potentsiaal vahemikus 2–3 kg CO₂ ekv./kg värvi kohta (Ökobaudat, 2024).

Ringlussevõetavus

Värvides kasutatavad sideained lagunevad väga kaua ja on olelusringi lõpus mikroplastide potentsiaalne allikas (Gaylarde, 2021). Kvaliteetne värv võib suurendada pindade vastupidavust ja pikendada nende kasutusiga.

Kirjandus

Chang, Y. M., Hu, W. H., Fang, W. B., Chen, S. S., Chang, C. T., & Ching, H. W. (2011). A study on dynamic volatile organic compound emission characterization of water-based paints. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 61(1), 35-45. doi.org/10.3155/1047-3289.61.1.35

ECHA (European Chemicals Agency). (2023).

Information on chemicals. echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.001.133

Gaylarde, C. C., Neto, J. A. B., & da Fonseca, E. M.

(2021). Paint fragments as polluting microplastics: A brief review. *Marine Pollution Bulletin*, 162, 111847. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111847

Healthy Building Network. (2023). Interior Paint Product Guidance. homefree.healthybuilding.net/products/3-paint

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2012). "Occupational exposure as a painter". Chemical agents and related occupations. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 100(Pt F), 9. www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304433/

Lundov, M. D., Kolarik, B., Bossi, R., Gunnarsen, L., & Johansen, J. D. (2014). Emission of isothiazolinones from water-based paints. *Environmental science & technology*, 48(12), 6989-6994. doi.org/10.1021/es500236m

Ökobaudat. www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December 2024).

Paijens, C., Bressy, A., Frère, B., & Moilleron, R. (2020). Biocide emissions from building materials during wet weather: identification of substances, mechanism of release and transfer to the aquatic environment.

Environmental Science and Pollution Research, 27, 3768-3791. doi.org/10.1007/s11356-019-06608-7

Hirsch, M., Petrie, E. M. (2023). Biocide Selection: In-can Preservation, Dry Film Protection, Anti-fouling. SpecialChem. coatings.specialchem.com/selection-guide/biocides-selection-for-in-can-and-dry-film-protection

SpecialChem. (2023). Polyurethane Coatings: A Comprehensive Guide. coatings.specialchem.com/selection-guide/polyurethane-coatings

Joonis. 69

Lakitud puitpind

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Lakke kantakse mitmesugusele pindadele: puidule, krohvile ja teistele materjalidele. Nad annavad materjalile läike, tihendavad ja kaitsevad vee ja mustuse eest, suurendavad vastupidavust ja pikendavad materjali kasutusiga. Looduslikud lakid on valmistatud taimeõlidest, -vahadest ja/või -vaikudest (nt okaspuudelt saadud kampolist). Vahad või vaigud tuleb lahustada lahustites, näiteks tärpentinis või naftapõhistes lahustites, samas kui õlisid saab kasutada ühe koostisosaga või lihtsa koostisega lakkides. Sageli valmistatakse lakke sünteetilistest komponentidest (polümeeridest). Lisaks on olemas veepõhised lakid, kus õlid või sünteetilised polümeerid moodustavad veega emulsiooni (Segura, 2021).

Looduslikke õlisid, näiteks linaseemneõli, tungaõli, rafineeritud kanepiõli või kreekapähkliõli saab kasutada ühe koostisosaga lakina. Kõige ohutum valik on ühe koostisosaga taimeõlist, näiteks linaseemneõlist, koosnevad lakid.

Mõne laki koostises kasutatakse looduslikke vahasid, näiteks soja-, karnauba- või mesilasvaha. Sellised lakid võivad sisaldada taimeõlisid, lahusteid (tärpentin jmt) ja muid lisandeid (pigmente, UV-stabilisaatoreid, kuivatusaineid jne).

Veepõhised polümeerlakid sisaldavad sünteetilisi polümeere, mis toimivad kilet moodustava kattematerjalina. Kõige ohutumad on akrüüllakid, samas kui näiteks polüuretaani sisaldavate toodete kasutamist tuleks nende potentsiaalse mürgisuse tõttu hoolikalt kaaluda. Tüüpiliselt sisaldavad akrüüllakid väikeses koguses LOÜ-sid, kuid võivad sisaldada ka muid keemilisi lisandeid, mistõttu tuleks kontrollida nende ohutust.

Taani seebiviimistlus on keskkonnasõbralik puiduviimistlusmeetod, mis annab puitpindadele pehme ja kergelt mati välimuse. Selleks viimistluseks vajalikud ainsad koostisained on seep ja vesi.

Mürgisus

Lahustipõhised tooted sisaldavad suures koguses LOÜ-sid. Mõned LOÜ-d võivad olla kantserogeen- sed ning põhjustada hingamisteede või muude organite ärritust, peavalu ja muid tervisekahjustusi (IARC, 2012).

Mõned tooted võivad sisaldada säilitusaineid, näiteks isotiasolinoone või ka muud liiki säilitusaineid. Säilitusained võivad sattuda keskkonda ja põhjustada kahjulikku mõju või saastada sisekeskkonda.

Kliima

Sageli on biopõhised õlid tunduvalt väiksema kliimamõjuga. See varieerub sõltuvalt tootmispiirkonnast, õli liigist, sünteetiliste väetiste kasutamisest põllumajanduses ning energiakasutusest saamise ja töötlemise ajal. Muutused kohalike ökosüsteeme mõjutavas maa- ja veekasutuses võivad tekitada ka kaudset kliimamõju.

Ringlussevõetavus

Kattematerjal suurendab toodete vastupidavust ja pikendab nende kasutusiga ning kauapüsivat katet saab vajadusel uuendada. Kuna õli kulub kasutamisel ära, pole selle ringlussevõtmise ega taaskasutamine asjakohane. Mõnes lakis kasutatavad polümeersideained lagunevad pärast kasutusea möödumist väga kaua ja on mikroplastide potentsiaalsed allikad (Gaylarde, 2021).

Kirjandus

Gaylarde, C. C., Neto, J. A. B., & da Fonseca, E. M. (2021). Paint fragments as polluting microplastics: A brief review. *Marine Pollution Bulletin*, 162, 111847. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111847

Halios, C. H., Landeg-Cox, C., Lowther, S. D., Middleton, A., Marczylo, T., & Dimitroulopoulou, S. (2022).

Chemicals in European residences—Part I: A review of emissions, concentrations and health effects of volatile organic compounds (VOCs). *Science of The Total Environment*, 839, 156201. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156201

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2012). Occupational exposure as a painter. Chemical agents and related occupations. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 100(PT F), 9. www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304433/

Segura, C. (2021). A Guide to Non-Toxic Sealers, Stains, and Varnishes. My Chemical-Free House Consulting. www.mychemicalfreehouse.net/2021/01/natural-finishes.html#vii_Exterior_Wood_Sealers

Kleepained (liimid)

Turul on tohutult palju kleepaineid. Liime saab jagada sünteetilisteks ja looduslikeks ning reaktiivseteks ja mittereaktiivseteks. Liimid sisaldavad tavaliselt lenduvaid orgaanilisi ühendeid (LOÜ), mis võivad eralduda pealekandmise ja kõvastumise ajal ja ka lühikese aja jooksul pärast pealekandmist.

Sünteetilised liimid sisaldavad tavaliselt lahusteid ja lisandeid, näiteks plastifikaatoreid, stabilisaatoreid, säilitusaineid, täiteaineid, vett ja vahutamistavastaseid aineid. Kõige tavalisemalt kasutatavad liimid on PVA-liim, kontaktliim, epoksüliim ja PU-liim. PVA-puiduliim on tänapäeval ehituses kõige enam kasutatav liim. See liim on veepõhine ja eraldab suhteliselt vähe LOÜ-sid, kuid PVA (polüvinüülatsetaat) on potentsiaalne reovee saasteaine. Terviseriskid on suuremad epoksü- ja PU-liimide korral, mis on peamiselt ette nähtud kutsealaseks kasutamiseks.

Suurem osa sünteetilisest liimidest on vähesel määral ohtlikud nahale sattumisel (ärritav toime), silma sattumisel (ärritav toime), allaneelamisel ja sissehingamisel.

On olemas ka looduslikud liimid, mida saab ise teha, nagu kaseinliim, loomsed liimid ja sojaliim. Nad on formaldehüüdivabad, ei sisalda lahusteid ega eralda LOÜ-sid, mistõttu nad mõjutavad siseõhu kvaliteeti vähem kui sünteetilised liimid. Sellele vaatamata on mõnes retseptis kemikaalid, mis võivad olla ohtlikud ja ärritada nahka. Suhtuge isetehtud keemiatoodetesse ettevaatusega. Looduslike liimide jaoks on kulutatud vähem energiat kui puiduliimi ja kõigi sünteetiliste liimide jaoks. Looduslike liimide ringlussevõtmine on üldjuhul lihtsam, kuna looduslike taimsete materjalide (nt soja-, kasein- ja loomsete liimide) põletamine on ohutu.

Üldised soovitused liimide kasutamiseks:

- Liime ei tohi valada kanalisatsiooni, tööriistade pesemisel tuleks piirata nende sattumist valamusse.
- Tuleb kasutada sobivaid isikukaitsevahendeid. Kasutada hästiventileeritavas kohas. Vajadusel kasutada kohtäratõmmet. Pärast kasutamist tuleb alati pesta käsi. Ohutusvahendeid tuleb regulaarselt hooldada. Toote käsitsemisel ei tohi süüa, suitsetada ega juua. Tuleb kanda läbitungimatuid kindaid.
- Enne toote kasutamist tuleb ohutusjuhend alati läbi lugeda!
- Võimalusel tuleks valida vähese LOÜ-sisaldusega veepõhine või looduslik liim.
- Tuleb vältida epoksü- ja polüuretaanliimide kasutamist.
- Tuleks eelistada tooteid, mille täielik koostis on avaldatud toote tervisedeklaratsioonis.

PU-liim

Joonis. 70

Paisunud PU-liim

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Polüuretaanliim (PU-liim) on sageli kollane liim, mis kõvastumisel vahutab. Ta moodustab väga tugeva veekindla sideme. Teda saab kasutada avade ja pragude täitmiseks, kuna ta natuke paisub. Lisaks puidule nakkub PU-liim paljude materjalidega (nt paberi, riide, metalli, klaasi ja plastiga). PU-liimi puudus on see, et ta jätab jälgi, mida puidult ja kätelt on raske eemaldada. Ka on ta kallis võrreldes teiste puiduliimidega, näiteks PVA-ga. Väga vastupidav ja veekindel. Sobib väga hästi puutöödeks õues. Kiiresti pealekantav ja lühikese kõvastumisaajaga.

Mürgisus

Polüuretaanid moodustuvad mitmesuguste kemikaalide kombineerimisel. Polüuretaan sisaldab lahusteid ja muid mürgiseid ühendeid (nt isotsüanaate), mis pealekandmisel eraldavad gaase. Isotsüanaadid pole ka kuigi keskkonnasõbralikud. Ulatuslik kokkupuude võib põhjustada nahaärritust või allergiat.

On oluline märkida, et 24. augustil 2023 hakkasid kehtima REACH-määruse uued piirangud, et kõigi rohkem kui 0,1% diisotsüanaate sisaldavate toodete (sh PU-liimide) valmistajad peavad lõppkasutajaid juhendama ja koolitama, kuidas neid ohutult kasutada. Praktikas tähendab see, et neid tooteid saavad seaduslikult kasutada ainult kutselised ja tööstuslikud kasutajad, kes on saanud vastava koolituse.

Kliima

Polüuretaanliimi saamiseks kulub neli korda rohkem energiat kui puiduliimi saamiseks. Põhiline kasvuhoonegaaside heide pärineb peamiselt PU-liimis kasutatavate kemikaalide tootmise energiamahukusest.

Ringlussevõetavus

Polüuretaan tekitab põletamisel mürgiseid gaase ja EL-is klassifitseeritakse ta erijäätmeteks. Seetõttu on teda raske ringlusse võtta ja lühike säilivusaeg võib tekitada ülemääraseid jäätmeid.

Kirjandus

Wood guide organization home page. Available: www.woodguide.org/guide/polyurethane-glue/
Schwarz Christopher, 2024. Popular woodworking website. Available: www.popularwoodworking.com/

3 Keemiatooted

Silikoonliim

Joonis. 71

Silikoontihendus

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Silikoonliim on mitmekülgne veekindel polümeer, mille peamine koostisosa on ränidioksiid, mis esineb tavalise kvartsiivana. Mõiste „silikoon“ tähendab polümeeride rühma, milles orgaanilised lülid on seotud siloksaansidemega. Nende tootmine algab räni eraldamisega ränidioksiidist. Silikoonliime kasutatakse mürgiste liimide mittemürgise asendusvariandina.

Mürgisus

Silikoonliimid ja -tihendusained on valmistatud polümeersest silikoonist. Kõvastumata silikoon on väga kleepuv geel või vedelik. Ta on keemiliselt inertne aine, mida saab ohutult kasutada mitmesugusel otstarbel, ja ta ei ole mürgine. Silikoonliimide tootmise lõppsaadus on elastne kuumakindel liim, mida saab kasutada elektroonikas, autotööstuses ja ehituses.

Silikoonliim on salvi meenutav materjal, mis õhus leiduva niiskusega kokku puutudes kõvastub sitkeks kummisarnaseks tahkeks aineks. Sideaine õige konsistentsi saamiseks lisatakse mitmesuguseid lahuseid. Mõnel juhul saab materjali segada keemiliste täiteainetega või muude ühenditega, mis võivad materjali kasutusea jooksul leostuda. Silikoonliime ei saa eirata, kuna nad just uutes hoonetes on siseruumidesse eralduvate LOÜ-de peamine allikas. Uuringud näitavad, et silikoonliimide kasutamisel satub õhku mitmesuguseid LOÜ-sid. Muuhulgas tuvastati ketoone, alkohole, benseene, estreid ja lämmastikorgaanilisi ühendeid. Uuringutes tuvastati butanoonoksiim, butanoon ja etanool, mis kõik olid suure sisaldusega ja avastamissagedusega. Kuna silikoonliimide koostisained pärinevad loodusest, on keskkonnamõju väga väike. Silikoonliimid on vastupidavad suuremale osale kemikaalidest ja nad ei reageeri keemiliselt. See asjaolu rõhutab nende keskkonnaohutust.

Kliima

Silikooni saamiseks tuleb kasutada kõrget temperatuuri, mistõttu võib tekkida kasvuhoonegaaside heide atmosfääri. Silikoonitoodete summaarne globaalse soojenemise potentsiaal on 5,31 kg CO₂ ekv.

Ringlussevõetavus

Silikoontooteid saab sulatada ja mitu korda taaskasutada, kuid tavaliselt on selleks vaja spetsiaalset ringlussevõtetaristut. Kasutatud silikooni saab ka väärtust kahandavalt ümber töödelda ja muuta tööstusmäärdeaineks. Üldiselt on silikoon taastuv ressurss, mida saab toota keskkonda kahjustamata. Ehkki on mõningaid kahtlusi seoses silikooni keskkonnamõjuga, on materjal teoreetiliselt ringlussevõetav, kuid praktikas tehakse seda harva. Materjal pole biolagundatav.

Kirjandus

www.iqsdirectory.com/articles/adhesive/silicone-adhesives.html

Zhao et al. 2022. Characterizing Key Volatile Pollutants Emitted from Adhesives by Chemical Compositions, Odor Contributions and Health Risks. *Molecules*. 8;27(3) Available: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8839774/

EPD of silicone products. www.klebstoffe.com/wp-content/uploads/2022/09/Silicone-based-products-group-1.pdf

The Roundup.org., 2024. Available: theroundup.org/is-silicone-eco-friendly/

3 Keemiatooted

Epoksüliim

Joonis. 72

Epoksüliim

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



Epoksüliim on äärmiselt tugev liim, mida kasutatakse näiteks lennukite, autode, jalgrataste, paatide, lumelaudade ja tugevaid ühendusi vajavate muude toodete ehitamiseks. Ehituspoodides on tavaliselt saadaval 5-minuti epoksüliim, mis on kahes eraldi tuubis müüdav kahekomponentne liim. Üks on vaik, teine on kõvendi. Kahe aine segamisel muutuvad nad tugevaks plastmaterjaliks.

Mürgisus

Kõvastunud epoksüliim ei tekita suuri terviseriske, kuid vedelad ja osaliselt kõvastunud epoksiidid ja ka lihvimistolm tekitavad arvukaid terviseriske, mida tuleb ohjata nii tõhusalt kui võimalik. Epoksüliimid on tootmises väga mürgised. Vedelas liimis olevad vaigud ja lahustid tekitavad gaase, mis võivad kahjustada nahka ja kopse. Veel üks oht on (osaliselt) kõvastunud epoksüliimi lihvimisel tekkiv peentolm. Kui epoksiide kasutatakse välistingimustes suurtes kogustes ja suurel pinnal, võivad nad kergesti puutuda kokku veega ja otsese päikesevalgusega. Sellisel juhul võib toimuda kõvendi ja teiste mürgiste keemiliste ühendite depolümeriseerumine. Kõvastunud epoksüliim on kasutajale üsna ohutu ja ei eralda mürgiseid gaase. Hüdrolüüsil (kokkupuutel veega) ja fotolüüsil (kokkupuutel otsese päikesevalgusega) võivad eralduda kõvendi ja teiste mürgiste ühendite väikesed kogused. Sideainena kasutatava vaigu kogus on tavaliselt väike ja (eriti sisetingimustes) ei puutu see kokku vee ega päikesevalgusega. Vedelad ja osaliselt kõvastunud epoksiidid tekitavad arvukaid terviseriske, mida tuleb ohjata. Rakendatavad meetmed on korralik ventilatsioon gaaside eemaldamiseks ning kinnaste ja filtritega maski kandmine. Üks oht tekib (osaliselt) kõvastunud epoksüliimi lihvimisel. Epoksüliim võib juba paari tunni pärast olla lihvimiseks piisavalt kõva, kuid täielik kõvastumine ei tarvitse toimuda enne kahte nädalat. Tolm suurendab nahale sattumise, sissehingamise või allaneelamise tõenäosust. Korduv sissehingamine võib tekitada raskeid kopsukahjustusi, pika aja jooksul võib tekkida ülitundlikkus ja astma.

Asendusena saab kasutada bioepoksüvaike, mis on muutumas kättesaadavamaks.

Kliima

Kahekomponentse epoksüliimi saamine vajab energiat kõigist liimidest rohkem ja umbes viis korda rohkem kui puiduliim. Liimitud puitkonstruktsioone ei saa lahti võtta, mistõttu nad vajavad rohkem ruumi ja transportimisel kulub rohkem energiat.

Pealegi on epoksüliim kallis ning puutöödel kasutatakse teda ainult suure koormuse all olevate toodete, näiteks paatide ja lumelaudade pisiparandusteks.

Ringlussevõetavus

Kahekomponentse epoksüliimi mõlemad komponendid, epoksiidi ja amiinkõvendit, toodetakse saastavates keemilistes protsessides. Materjalid pole ringlussevõetavad, ja epoksüliimi koostisosad on liigitatud ohtlikeks jäätmeteks. Ka eritab epoksüliim põletamisel mürgiseid gaase.

Kirjandus

Wood guide organization home page: Available: www.woodguide.org/guide/epoxy-glue/

Sentry air systems blog. Available: Hazards of Epoxy Fumes- Sentry Air Systems, Inc.

PVA-liim

Joonis. 73

Puiduliim

Pilt genereeritud Midjourney 6.0 abil



PVA, PVAc-liim (polüvinüülatsetaatliim) ehk valge liim on tänapäeval ehituses kõige enam kasutatav liim. Ta on naftakeemiasaadus. Tegemist on vee ja mikroosakeste plastiosakeste seguga, mis eraldab suhteliselt vähe LOÜ-sid, kuid PVA on potentsiaalne reovee saasteaine. Üldiselt loetakse teda kasutamisel ohutuks materjaliks. Teda kasutatakse ka raamatute köitmiseks, paberkäsitöö tegemiseks ja juustu kaitsekihi jaoks.

Mürgisus

PVA ei ole inimestele mürgine, kuid tema põlemisel tekivad mürgised gaasid. Võivad eralduda LOÜ-d, kuid turul on saada ka väikese LOÜ-sisaldusega puiduliime. Kõvastunud PVA-liimist eraldub väga vähe aineid. Üldiselt on PVA formaldehüüdivaba.

Suurem osa sünteetilistest liimidest on vähesel määral ohtlikud nahale sattumisel (ärritav toime), silma sattumisel (ärritav toime) või allaneelamisel.

Kliima

Looduslike liimide jaoks on kulutatud vähem energiat kui puiduliimi ja teiste sünteetiliste liimide jaoks. Kuna liime ja kleepaineid kasutatakse väikes kogustes, võib summaarset kliimamõju lugeda väikeseks, ning materjali valimisel tuleks esikohale seada keskkonnamõju, näiteks mürgisus inimesele ja keskkonnale, ning keemilised või mehaanilised omadused.

On näidatud, et lahustiteta liimid eraldavad 75% vähem CO₂ ja kasutavad 80% vähem energiat kui lahustipõhised liimid.

Ringlussevõetavus

Üldiselt ei liigitata looduslikke liime ohtlikeks jäätmeteks ja neid võib põletada energia saamiseks. Ehkki tegemist on sünteetilise termoplastiga, on see õigetes tingimustes biolagundatav. Liim ei lagune kanalisatsiooni sattumisel, mistõttu tuleb pöörata tähelepanu ehitustööriistade pesemisele.

PVA-liim tekitab tugevad ja vastupidavad ühendused (tugevamad kui puit ise), mis tagavad ehitustarindi pikaajalisuse, kuid raskendavad puitosade lahutamist taaskasutamiseks.

Kirjandus

Healthy building network. Research reports. PVA/glue. sustainable graphic design: Glue- the sustainable designers quick guide (sustainable-graphic-design. blogspot.com)

Wood guide organization home page: Available: www.woodguide.org/guide/wood-glue-pva-based/

4 Ehitise tarindite keskkonnamõju hinnang

See kataloog püüab olla väärtuslik vahend inimeste ja ökoloogilist heaolu esikohale seadvate ning kestlikku ja tervislikku ehitatud keskkonda edendavate hoonete loomiseks. Ehkki me püüame anda terviklikku ülevaadet, pöörake tähelepanu sellele, et selles kataloogis pole tehnilisi andmeid, konkreetseid kaubamärke ega tootmisprotsesside üksikasjalikku kirjeldust. Meie fookuses on ülevaate andmine saadaolevatest kehtlikest materjalidest ja vastavatest ehituselementidest ning julgustamine nende uurimiseks ja kaasamiseks projekteerimisse ja ehitamisse.

Kolmas peatükk annab teavet mitmesuguste materjalide kohta, mida saab kasutada ehitusprojektides ja hoonetes. Neid materjale saab kasutada mitmesugustes ehituselementides. Selles peatükis on jaotised jagatud ehituselementide järgi ja näitavad iga elemendi jaoks, milliseid materjale tuleks keskkonna ja kehtlikkuse seisukohalt eelistada.

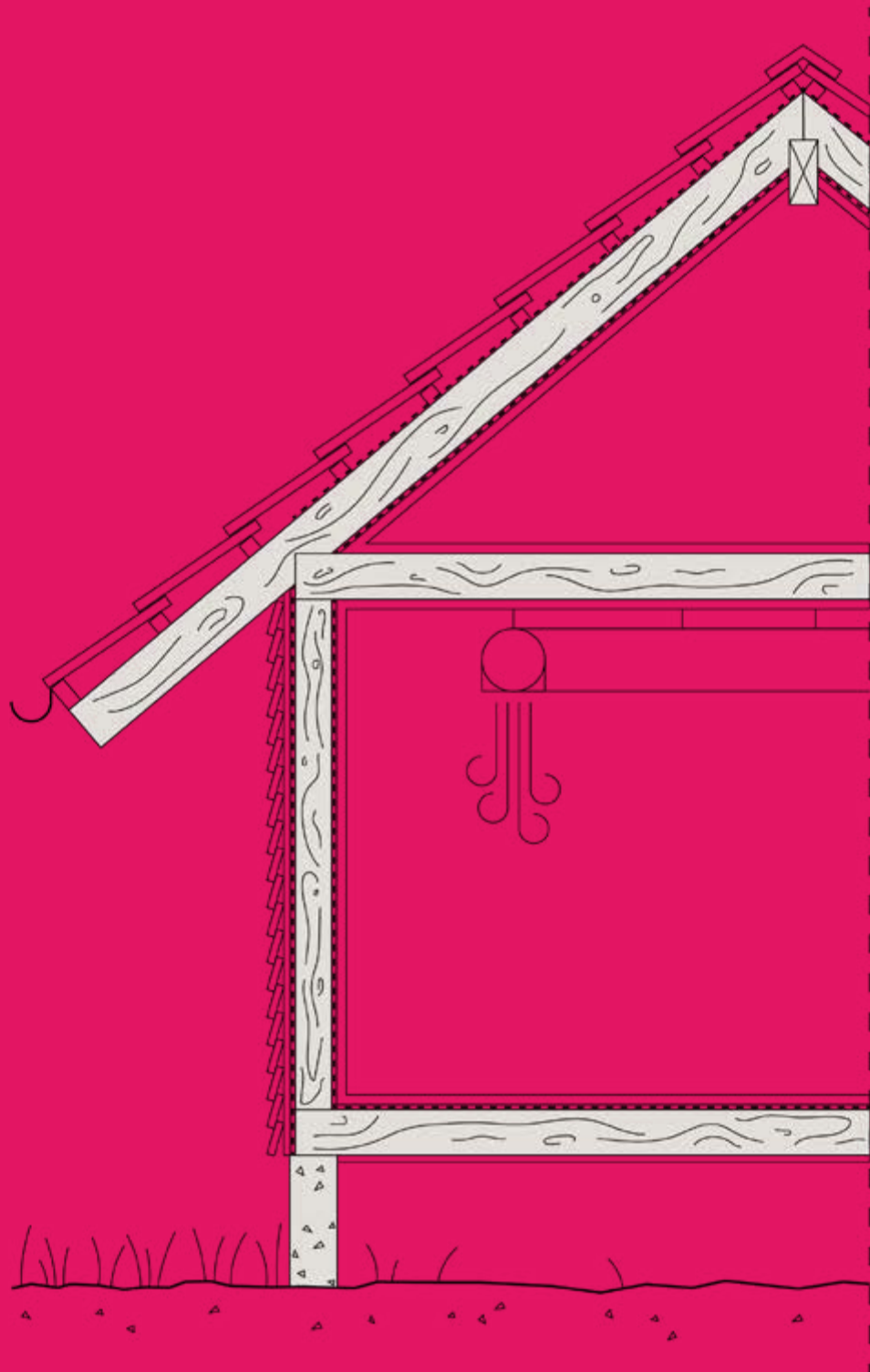
Toodete valimisel tuleb meeles pidada järgmist.

- Ohtlikud ained kaasnevad sageli funktsionaalsuse ja plastiga, kuid mürgivabadel toodetel ei puudu funktsionaalsus.
- Ringlussevõetavus on tugevalt seotud disainiga. Ringlussevõetavaks disainitud tooted on sageli, kuid mitte alati mürgivabad.
- Toote kliimamõju sõltub tugevalt kogu tarneahela (toorainest viimistluseni) materjalidest ja protsessidest. Õppige tundma oma toodete tarnijaid.

Ehitusmaterjalide lammutamisjärgseks ringlussevõtu võimaldamiseks on oluline disain, mis soodustab modulaarsust ja demonteerimist. Kogu disainifaasis tuleb keskenduda elementide demonteerimise võimalikkusele, nt kasutada mehaanilisi kinnitusi liimide asemel, vähendada kattekihtide arvu jne.



Seinad ja plaadid



Kandetarindid moodustavad hoone põhikonstruktsiooni: nad annavad ehitisele stabiilsuse ja toimivad tugikonstruktsioonidena. Koormust taluvaid materjale kasutatakse hoonete vundamentides, sammastes ja postides, talades ja seintes. Need võivad olla kergekaalulised (nt puitkonstruktsioonid) ja raskekaalulised (nt betoonkonstruktsioonid). Tegemist võib olla ka hübriidkonstruktsioonidega, kus konstruktsiooni tõhususe suurendamiseks kasutatakse koos kergekaalulisi ja raskekaalulisi tarindeid. Üldiselt saab eristada nelja kõige tavalisemat koormust taluvate materjalide rühma: puit, teras, betoon ja müüritis. Materjale, eriti neid, mis on seotud kestlike ja uuenduslike ehitusmeetoditega, on siiski palju rohkem.

Seinad ja plaadid

Tüüpilises ehitises on seintes ja plaatides olevad kandetarindid suletud siseruumide viimistluse, soojustuse, aurutõkete ja teiste kihtide vahele. See tõttu ei mõjuta need vahetult siseõhu kvaliteeti ja on kaitstud väliste ilmastikumõjude eest. Need elemendid on tavaliselt töödeldud kaitseks tule, hallituse ja muude kahjustavate tegurite eest. Samas nõuab kestlik ehitamine rohkem lihtsaid ja ausaid ehitusmeetodeid, mis vähendavad üldist keskkonnamõju ning ühtlasi parandavad ehitatud keskkonna ühiskondlikku kvaliteeti ja järgivad algatuse „Uus Euroopa Bauhaus“ põhimõtteid. Kestliku ehitamise korral on hoone kõik kihid hõlpsaks hoolduseks, remondiks, muutmiseks ja demonteerimiseks kas kergesti nähtavad või juurdepääsetavad. Ehkki sellest on suur kasu ehituse ringluspõhisuse tagamiseks, tekivad probleemid seoses materjalide mürgisusega. Esiteks nende elementide tüüpilise töötlemise tõttu ja teiseks taaskasutamisel vahetavad asukohta hoones elemendid, mis pole mõeldud kokkupuuteks sise- või väliskeskkonnaga, ja puutuvad vahetult kokku ilmastikutingimustega või siseõhuga.

Kestlikult majandatavatest metsadest saadud puit kehastab ringlussevõetavust: see on taastuv loodusvara ja võimaldab hõlpsat demonteerimist ning taaskasutamist või ringlussevõtmist. Seda kasutatakse seinte, tahvlite ja katusetarindite jaoks. Puhta või komposiitmaterjalides (nt ristkihtliimpuidus või glulamis) oleva puidu kohandatavus võimaldab jäätmekoguste vähendamist ja ehituslike omduste paranemist. Ehkki liimpuitu peetakse üldiselt ohutuks, siis formaldehüüdi esinemine selles ning üldine suundumus kattematerjalide ja töötluse kasutamisele tingib vajaduse terviseriskide vähendamiseks. Puidu ringlussevõetavus laieneb kliima-

neutraalsusele, kuna langetatud puud seovad CO₂ ja hoone kogu eluea jooksul kasutatavad puitmaterjalid toimivad süsinikdioksiidi sidujatena. Selleks, et tagada kestlikkus mitme tsükli jooksul, tuleb töötlus- ja paigaldamismeetodid hoolikalt läbi mõelda. Müüritis, milles on sellised materjalid nagu kivi ja tellised, mis sageli on seotud mördiga, on vastupidav ja suurendab hoone termilist massi, aidates tagada mugavat sisekliimat. Müüritist kasutatakse peamiselt vundamentide ja seinte jaoks. Müüritise materjalid on olemuslikult inertsed ja nende mürgisusega seotud riskid on tüüpjuhul minimaalsed, ehkki nende kattematerjalide, tihendusainete, kleepainete ja mörtide tootmisel ja kasutamisel tuleb olla tähelepanelik. Müüritisematerjale loetakse taaskasutatavateks ja ringlussevõetavateks, kuid tekivad probleemid ehitusmeetodite tõttu. Eelkõige piirab kõva tsementmört demonteerimisvõimalusi ja sageli viib see väärtust kahandava ümbertöötlemiseni.

Müüritisematerjalide kliimamõju on muutuv. Telliste korral hõlmab see energiamahukat tootmist ja märkimisväärset CO₂ heidet eriti telliste põletamise ja jahutamise ajal. Kivide tootmine on jällegi väiksema energiamahukusega. Kui need materjalid on kokkupuutes sisekeskkonnaga, siis nende soojusallvestuse võime vähendab hoone kütte- või jahutusnõudlust. On märkimisväärne, et ajaloolised meetodid (näiteks päikese käes kuivatatud telliste kasutamine) on väikese energiamahukusega. Ringlussevõetavuse tagamiseks tuleks valida demonteerimist võimaldavad mördid või kaaluda kuivalt kasutatavate ühendusmaterjalide kasutamist ja tarbetute kattekihtide arvu minimeerimist.

Teras, mis on tuntud vastupidavuse ja tugevuse poolest, on laialdaselt kasutatav ehitusmaterjal, mida kasutatakse mitmesugustes konstruktsioonides, sealhulgas kõrg- ja hübriidkonstruktsioonides. Seda kasutatakse vundamentide, sammaste ja talade jaoks. Ehkki see on ehitamise ja kasutamise ajal inertne ja ohutu, tuleb silmas pidada terasetootmise mõju keskkonnale. Teras kliimamõju tuleneb rauamaagi kaevandamisest, mis kahjustab põhjavett ja ökosüsteeme, ja selle energiamahukast tootmisest, mis tekitab olulist CO₂ heidet. Teras võimalusi saab väljendada 100% ringlussevõetavusega ilma kvaliteeti kaotamata, mis aitab märkimisväärselt kaasa selle kasutamisele ehitusvaldkonna ringmajanduses. Sellele vaatamata nõuab ringlussevõetavuse täieliku potentsiaali realiseerimine taaskasutatavate teraselementide ohutust tagava õigusraamistiku väljatöötamist. Negatiivsete mõjude leevendamiseks on ülioluline peami-

4 Kandetarindid

selt ringlussevõetud materjali vastutustundlik hankimine. Ehitustavad peaksid soodustama hõlpsat demonteerimist taaskasutamise soodustamiseks ja minimeerima pinnatöötuse kasutamist ringlussevõtmise soodustamiseks.

Betoon, mis on valdavalt kasutatav ehitusmaterjal, mida hinnatakse vastupidavuse ja tugevuse poolest, koosneb täitematerjalist, tsemendist ja veest. Seda kasutatakse laialdaselt ehituselementides ja sageli on selles terasarmatuur, mis suurendab tõmbetugevust. Üldiselt on see inertne ja mittemürine. Ringlussevõetavuse kontekstis on betooni taaskasutamine või ringlussevõtt keeruline. Sageli viivad probleemid demonteerimisel ja nõuded konstruktsioonelementide katsetamiseks väärtust kahandava ümbertöötlemiseni. Vaatamata potentsiaalile, mida pakub selle termiline mass hoone sisemuse energiatõhususe tagamisel, suurendab betooni tootmine märkimisväärselt üldist CO₂ heidet. Tsement üksi annab umbes 8% ülemaailmsest koguheitest. On püütud asendada tsementi lendtuha või šlakiga, kuid see tekitab suuremat kulu.

Kandekonstruktsioonides kasutatavate materjalide korral tuleb arvesse võtta ka kohalikke traditsioonilisi variante. Euroopa kontekstis on arvestatav valik tampsavi, eriti siis, kui seda kasutatakse ilmastiku eest kaitstud tarindites. Seda kasutatakse seinte ehitamiseks. See materjal koosneb tihendatud pinnasekihtidest ja seda peetakse mittetoksiliseks. Tähelepanu tuleb pöörata saastumata pinnase hankimisele. Tampsavi on ringlussevõetav ja pakub võimalusi kohapealseks või valmiskujul kusagil mujal kasutamiseks. Seda võib taaskasutada uutes hoonetes või tagastada ehitise kasutusea lõpus loodusesse. Tampsavi tootmise süsinikujalajalg on väike ning see on energiatõhus eelkõige siseruumide niiskuse tasakaalustajana ja termilise massina, seega on see hea materjal kõigis kolmes aspektis.

Põhu ja/või lina segu saviga, millest tehakse kandvaid seinu, on veel üks ajalooline meetod, mida tuleks kaaluda. See meetod tagab sarnaselt tampsavi kasutamisega ringlussevõetavuse ja materjali tootmise süsinikujalajalg on väike. Selliste konstruktsioonelementide mürgisus tekitab probleeme ainult siis, kui põhk on pärit kemikaalidega töödeldud põldudelt.

Viimaks tuleb vähemtuntud materjal, mida saab kasutada kergekaaluliste kandekonstruktsioonide valmistamiseks – kork. Korki saadakse korgitamede koorest materjali taastumist ja puude säilitamist tagaval viisil ning see tõuseb esile kestliku ehitusmaterjalina. Kork on mittetoksiline, mistõttu

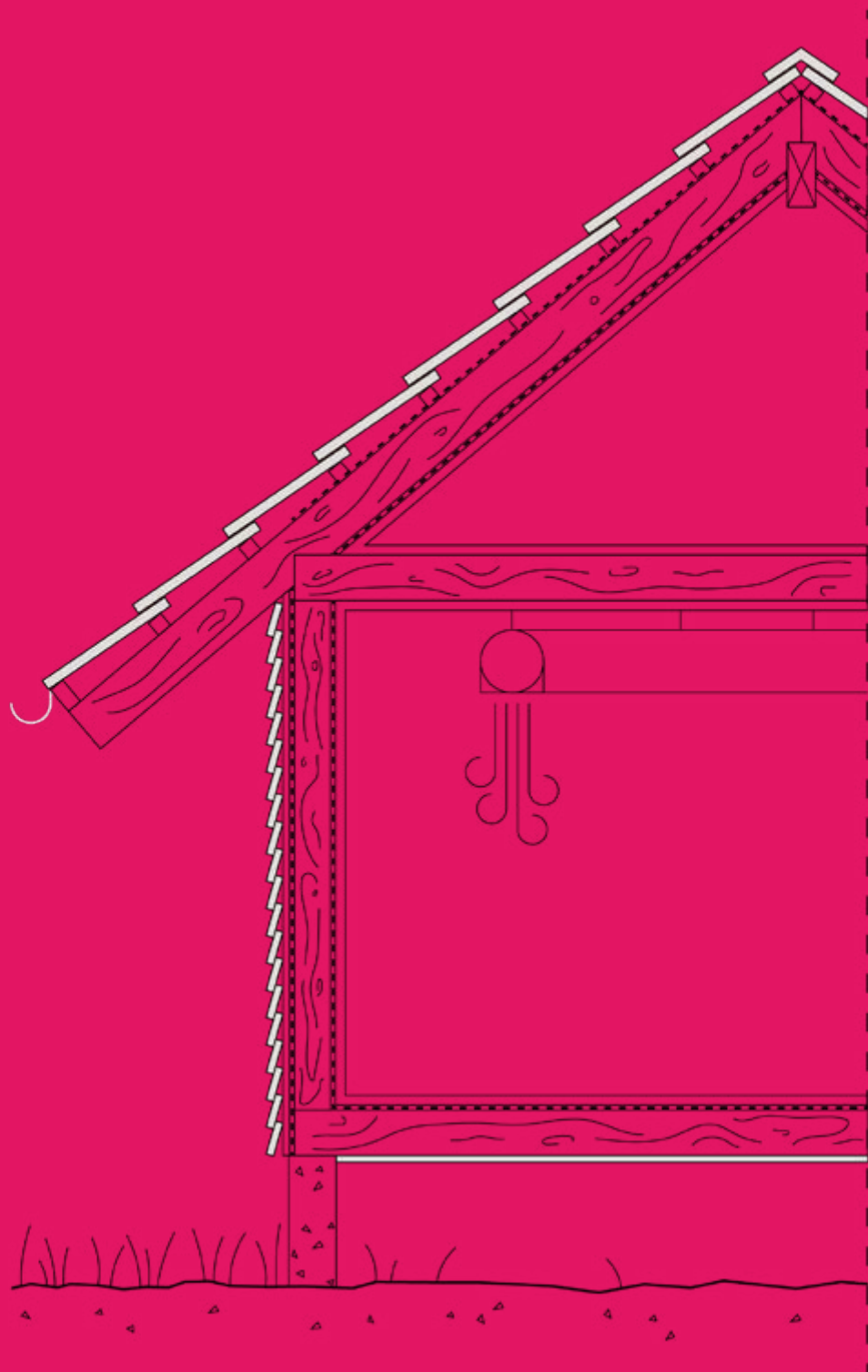
selle kasutamine sisetingimustes ja kasutuselt kõrvaldamine on ohutu ja aitab kaasa siseõhu kvaliteedi parandamisele. Ringlussevõetavuse kontekstis on kork (eelkõige pudelikorkidest pärinev) ringlussevõetav ning seda saab kasutusea lõppemisel taaskasutada, kasutada muul otstarbel või ringlusse võtta. Ehkki transportimise kaugus võib mõjutada selle süsinikujalajälge, siis väike energiavajadus korgi tootmisel on suhteliselt väikese süsinikujalajäljega. Kork on püsiv ja koormust taluv materjal, mis on loomupäraselt vastupidav, kohandav ning lagunemis-, niiskus- ja kahjurikindel.

Materjali kasutamine kandekonstruktsioonides sõltub konkreetsest rakendusest ja oluliseks peetavatest keskkonnaprobleemidest. Kui ringlussevõetavus on igal juhul tagatud, saab vajadusel kasutada ka energiamahukaid materjale, näiteks terast ja betooni. Kui soovitakse saada väikseima keskkonnamõjuga hooneid, siis kõige turvalisem viis on puidu ja rahvapärase ehitustraditsioonist pärit meetodite kasutamine. Sageli on sel juhul vaja rohkem tähelepanu ja hooldust, mistõttu tuleb sellised jooned projekteerimise ajal läbi mõelda.

Katused

Aknad

Fassaadid



Mittekandvad väliselemendid on hoone välispinnal asuvad ehitusmaterjalid, mis pole tugikonstruktsioonid. Nende elementide hulka kuuluvad näiteks katused, fassaadid ja aknad, millel on ülioluline osa hoone kaitsmisel vihma ja tuule eest. Selles peatükis on teave hoone piirdetarindites valdavalt kasutatavate materjalide kohta.

Katused

Katusekattematerjalide valik on suur, eristatakse linna- ja elamurajoonidele, sealhulgas väikestele majadele ettenähtud materjale. Tavaliselt kasutatakse plekki ja keraamilisi katusekive, aga ka elastomeermembraane (PVC, EPDM, TPE ja SBR). Orgaaniliste materjalide kasutamine esindab katusekattematerjalide traditsioonilisemat suunda, kuid see on muutumas järjest tavalisemaks isegi linnades. Orgaanilised materjalid on näiteks haljaskatused ja põhust, pilliroost või merevetikast valmistatud katused.

On ülioluline pidada meeles, et katusekattematerjal ei tohiks olla ohtlikke aineid, kuna need võivad vihmaajal leostuda keskkonda. Saju ajal suunatakse katusele tulev vesi rennide ja vihmaveetorude kaudu sademeveesüsteemi, kust see viimaks satub keskkonda, või teise variandina voolab läbi sademeveekaevude ja -torude reoveepuhastisse. Ükski variant pole ideaalne. Veekogudes kahjustavad need ained vesikeskkonda. Reoveepuhastis võivad kahjulikud ained häirida puhastamist või lähevad edasi keskkonda koos puhastatud veega või reoveesetega, mida võidakse seejärel tahtmatult kasutada põllumajanduses.

Haljaskatustel on palju eeliseid. Esiteks aitavad need vee äravoolu soodustades linnakeskkonnal kohaneda kliimamuutustega. Lisaks võivad need suurendada elurikkust. Sellele vaatamata on haljaskatustel ka puudusi. Niiskuse eest kaitsmiseks tuleb neis kasutada plastkilet. Kuivadel perioodidel võib vaja minna niisutamist, raskematel juhtudel võib vajalik olla väetiste või herbitsiidide kasutamine, eriti siis, kui tekivad probleemid invasiivsete liikidega.

Metallid ja metallisulamid tagavad sageli pika kasutuskestuse, kuid nende tootmisega võib kaasneda märkimisväärne kasvuhoonegaaside heide. Teatud metallid ja sulamid võivad eraldada oksüdeerunud ioone, mis võivad sattuda sademevette ja tekitada reostust (vt käesoleva peatüki sissejuhatust).

Katusekattematerjalidena kasutatakse tavaliselt mitmesuguseid plaste (PVC, TPE, EPDM, SBR) ja katuse bituumenvilti. Nende materjalide üksikajalise kirjelduse võib leida vastavat materjali käsitlevas peatükis. Ehkki neil materjalidel on funktsio-

naalseid eeliseid, ei mõju need keskkonnale hästi. Neist võivad keskkonda sattuda kahjulikud ained, nende tooraine on peamiselt fossiilne ja nende ringlussevõtt olemasolevates süsteemides tekitab probleeme.

Savist ja betoonist katuseplaadid pakuvad mitmeid eeliseid, kuna tüüpiliselt on neis vähe kahjulikke aineid ja need on hõlpsasti taaskasutatavad. Keskkonnamõju seisukohalt väärib märkimist, et nende tootmisel tekivad kasvuhoonegaasid. Lisaks saab keraamilistele ja betoonist katusekividele lisada pinnakihi, mis muudab nende omadusi. Selle pinnakihi koostis, sealhulgas kahjulike ainete esinemine, võib halvendada katusekivide omadusi.

Orgaaniliste materjalide, näiteks põhu, merevetikate või pilliroo kasutamine on keskkonnale kasulik. Need on taastuvad ja väikese keskkonnamõjuga ning vähendavad protsesside energiamahukust ja heidet. Orgaanilised materjalid on biolagundatavad, vähendavad jäätmete teket ja toetavad süsiniku sidumist. Nende hankimine kohapealt suurendab elurikkust ja toetab kohalikku majandust, kuid oluline on korralik hooldus ning nende sobivus võib sõltuda kliimast ja hoonele esitatavatest nõuetest. Katusekattematerjali valik peaks sõltuma konkreetsetest eelistustest ja keskkonnaprobleemidest. Haljaskatused on kasulikud kliimaga kohanemise ja elurikkuse jaoks, kuid vajavad pidevat hooldust, sealhulgas võib vajalik olla plastkilede kasutamine ja niisutamine. Metallid ja metallisulamid on vastupidavad, kuid neil on suur süsinikujalajalg ja oht oksüdeerunud ioonide vabanemiseks. Plastil ja katuse bituumenvildil on funktsionaalsed eelised, kuid need tekitavad keskkonnaprobleeme ainete võimaliku leostumise ja fossiilkütustel põhinevate materjalide kasutamise tõttu. Keraamilised ja betoonist katuseplaadid sisaldavad suhteliselt vähe kahjulikke aineid, kuid tootmisel eraldavad süsinikdioksiidi. Orgaanilised materjalid, näiteks põhk, merevetikad ja pilliroog, on keskkonnasõbralikud, taastuvad ja toetavad elurikkust, kuid need vajavad korralikku hooldust ja võivad sõltuda kliimast. Viimaks peaks valik ühtima teie keskkonnaeelisustega ja konkreetse projekti tingimustega.

Aknad

Aknad on ükskõik millise hoone arhitektuuri ja funktsionaalsuse lahutamatu aspekt. Peale valgustuse ja õhutuse tagamise on neil ka märkimisväärne roll konstruktsiooni energiatõhususe ja esteetika seisukohalt. On saadaval mitmesuguseid aknaid, nagu tiibaknad, topeltrippaknad, kald-pöördaknad, mitteavatavad aknad, aga ka ärkliaknad ja kaarjad

ärkliaknad. Lisaks on olemas mitmesugused klaasimisvariandid: ühekordne klaas, topeltklaas ja kolmekordne klaas.

Energiatõhusus on ülioluline Kesk-Euroopas ja Skandinaavias, kus on külmad talved ja suur energiakulu. Sarnaselt peavad aknad tasakaalustama siseruumide temperatuuri Lõuna-Euroopas, kus suviti on valdavalt kõrge temperatuur. Akna energiatõhusust iseloomustab selle U-arv, mis näitab soojakao määra: väiksem U-arv tähendab paremat soojusisolatsiooni. Skandinaavias on sageli kohustuslik kasutada aknaid, mille U-arv on 1.0 W/m²K või väiksem.

Samas võib hoone tihendamine lisaks soojuse säilitamisele takistada vajalikku õhuvoolu. Seetõttu on kondensatsiooni ja hallituse vältimiseks vajalik korralik ventilatsioon. Skandinaavias, kus hooned on sageli korralikult tihendatud, on tavalised ventilatsiooniga (nt mikroventilatsiooniga) aknad.

Akende valimisel on ülioluline teada siseriiklike eeskirju. Euroopa ja Skandinaavia on rangelt reglementeerinud akende energiatõhususe, turvalisuse ja paigaldamise. Näiteks mõnes riigis peab aknad paigaldama FENSA-s registreeritud või kohaliku omavalitsuse ehitusjärelevalveosakonnas registreeritud paigaldaja.

Eriti ajaloolistel hoonetel ja kaitsealustes piirkondades on ülioluline akende esteetiline väljanägemine. Euroopas on sellistes piirkondades sageli pandud akendele paika ranged eeskirjad. Ringlussevõetavust võib mõjutada ka akna konstruktsioon: hõlpsasti demonteeritavaks ja ringlussevõetavaks projekteeritud aknaid loetakse rohkem ringlussevõetavateks.

Aknaraamid

Euroopas ja Skandinaavias on kasvav trend kestlike materjalide ja energiatõhusate akende kasutamine. Populaarsust koguvad nutiaknad, mis on kaugjuhitavad või-programmeeritavad.

Puit: traditsiooniline materjal, mida laialt kasutatakse Kesk-Euroopas ja Skandinaavias. Hinnatakse loodusliku väljanägemise ja soojustusomaduste pärast. Mädanemise ja lagunemise ärahoidmiseks on vajalik regulaarne hooldus. Puitaknad on ringlussevõetavad ja biolagundatavad, kuid kattematerjalid võivad sisaldada kahjulikke LOÜ-sid.

uPVC: vastupidav energiatõhus plast, Euroopas populaarne. Probleeme tekitavad PVC tootmise ja kasutuselt kõrvaldamisega seotud mürgised ained. Nende probleemide lahendamiseks tehakse pin-

gutusi, näiteks on käivitatud programm VinylPlus. uPVC-st tehtud aknad on vastupidavad ja vajavad vähe hooldust, kuid neil on probleeme ringlussevõetavusega.

Alumiinium: kerge ja vastupidav, kasutatakse sageli nüüdisaegsetes konstruktsioonides. Halvemate soojustusomaduste tõttu kasutatakse seda vähem Skandinaavias ja Kesk-Euroopas. Alumiiniumaknad on väga suurel määral ringlussevõetavad, kuid nende tootmisel võib olla suur keskkonnamõju.

Komposiitmaterjalid: kokku pannakse sellised materjalid nagu puit ja alumiinium või puit ja uPVC, nii et saadakse iga materjali parimad omadused. Kasutatavad liimid ja tihendusained võivad olla mürgised. Ringlussevõetavus ja keskkonnamõju sõltuvad disainielementidest.

Akandel on ülioluline osa Kesk-Euroopa ja Skandinaavia hoonete energiatõhususe, ventilatsiooni ja esteetika tagamisel. Akna liigi, materjali ja klaasi valik sõltub kliimast, eeskirjadest ja isiklikest eelistustest. Akende kliimamõju hindamisel tuleb võtta arvesse kogu olelusring alates tootmisest kuni kasutuselt kõrvaldamiseni. Igal materjalil on eeliseid ja puudusi ning probleemide lahendamiseks tehakse pingutusi materjalide, projekteerimise ja tootmise täiustamiseks.

Tuleks arvestada selliseid aspekte, nagu ringlussevõetud tooraine kasutamine alumiiniumi saamiseks, ohtlike lisandite puudumise tagamine PVC-akendes ja puitakende regulaarne hooldus mürgivabade katteainetega. Lisaks tuleks aknad konstrueerida demonteeritavatena ja eelistada mehaanilisi kinnitusi liimidele.

Fassaadid

Fassaadide jaoks saab kasutada palju materjale, mõned kõige tavalisemad on krohv, tellised, puit, PVC, tsingitud teras ja vask- või tsinkplekk.

Fassaadimaterjalide üldhinde poolest on üks kestlikum valik töödeldud puit, eriti siis, kui töötlusvahend ei sisalda ohtlike aineid. Puitu saab töödelda ka näiteks kuumuse või ränidioksiidiga. Puit on väikese kliimamõjuga taastuv materjal. Soovitav on valida kuumusega või ränidioksiidiga töödeldud puit, ohutu säilitusaine või töötlemata puit, mis on värvitud nt linaseemneõliga.

Mürgisuse seisukohalt peetakse telliseid üldiselt ohutuks. Neil on pikk kasutusiga, kuid silikaattellistel on suur kliimamõju. Võrdluseks võib tuua, et telliste pinnaühiku kohta eralduva CO₂ kogus on 3–8 korda suurem kui krohvil, kiudtsemendil või kuum-

töödeldud männipuidul. Telliseid saab taaskasutada, võimalusel tuleks taaskasutada vanematest hoonetest pärit telliseid.

Krohvi ei saa ringlusse võtta, kuid seda saab kasutada muude ehitusmaterjalide renoveerimiseks. Seda saab lugeda mittemürgiseks. Lubikrohvil on suhteliselt suur kliimamõju võrreldes savi või kipskrohviga. Üldiselt on savi või kipskrohv ühed paremad fassaadimaterjalid.

Vaskplekk, tsinkplekk ega tsingitud teras pole fassaadide jaoks kestlikud valikud, kuna vihmaga kokku puutudes leostuvad keskkonda toksilised metallioonid ja neil on suur kliimamõju. Kui projektis tuleb kasutada vask- või tsinkplekki, tuleks valida suure sekundaarse materjali sisaldusega toode. Ka saab keskkonda leostumist vähendada pleki värvimisega.

PVC-l on palju häid omadusi, kuid seda valmistatakse ohtlikust monomeerist ja sageli sisaldab see ohtlikke lisandeid. Seda saab ringlusse võtta, kuid enamasti põletatakse. Kui projektis tuleb kasutada PVC-d, tuleks valida ftalaadivaba PVC ettevõttest, mis suudab materjali ringlusse võtta.

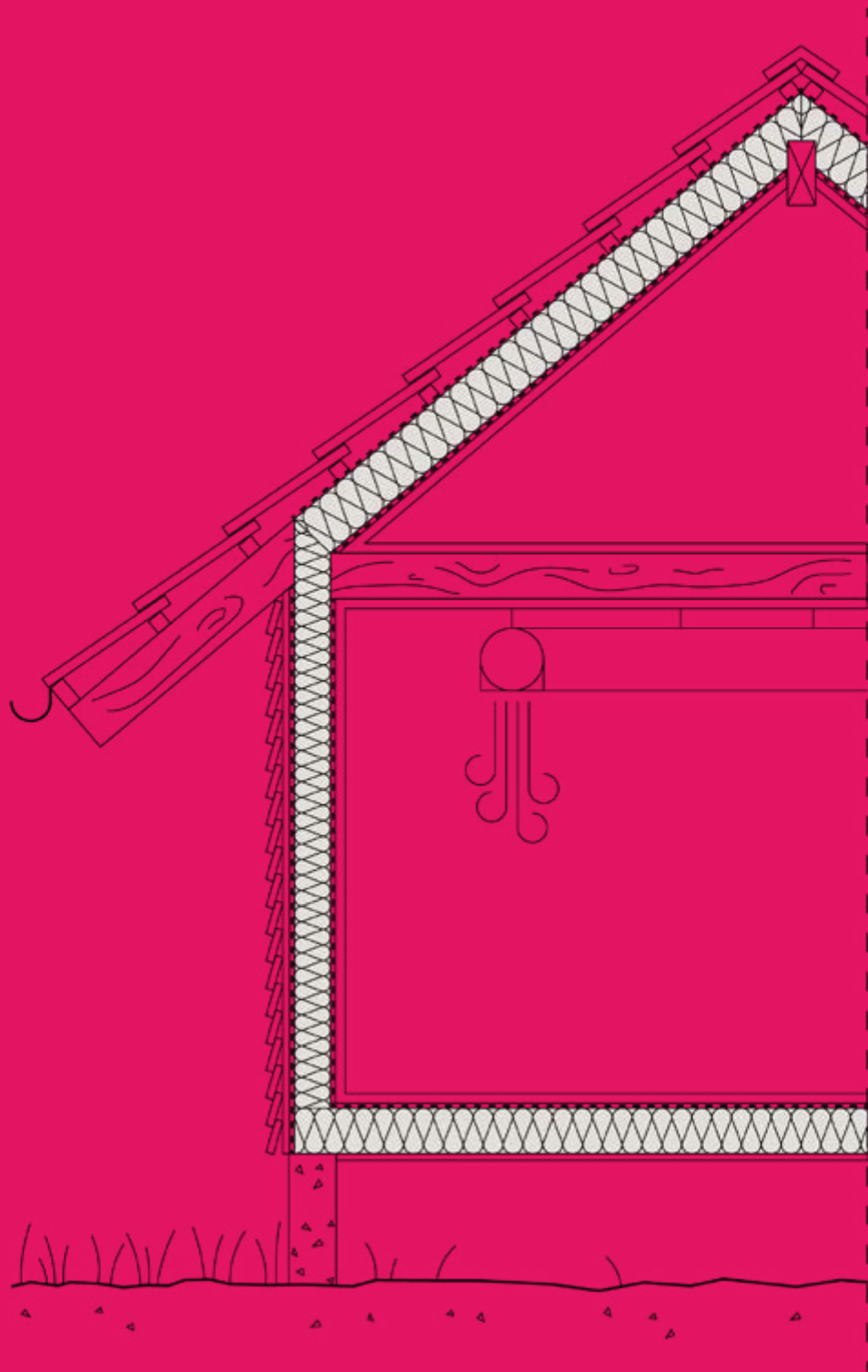
Võib kasutada ka puitplastkomposiiti, kuid ringlussevõetavuse tagamiseks on parem kasutada homogeenset materjali, näiteks puitu. Ka võib plast sisaldada ohtlikke aineid.

Kõige kestlikum fassaadimaterjal on puit, mida pole immutatud ega töödeldud ohtlike ainetega. Hea valik on ka savi- või kipskrohv, kuid neid ei saa hõlpsasti ringlusse võtta. PVC võib sisaldada ohtlikke lisandeid, plekk pole taastuv ning sisaldab mürgiseid aineid ja on suure kliimamõjuga. Tellistel on suur kliimamõju, kuid neid saab lugeda mittemürgiseks ja sageli saab neid taaskasutada.

Kelder

Muud ruumid

Torud



Isolatsiooni eesmärk on teatud liiki energia või materjalide edasikandumise tõkestamine. Hoonete korral on kõige tavalisem eesmärk soojusülekande vähendamine, kuid see võib hõlmata ka niiskuse, heli jne tõkestamist. Isoleerivad omadused on paljudel materjalidel, kuid nende muud omadused piiravad sageli nende kasutamist erivajadustega kohtades, näiteks keldrites. Isolatsioonimaterjale saab rühmitada mitmesuguste kriteeriumide kohaselt, nt orgaaniline/anorgaaniline, looduslik/süntheetiline. Isolatsioon võib olla vahtplaatide (või jäikade tahvlite), rullide, lahtise täitematerjali või vedelike (pritsvahu) kujul.

Kelder

Keldrisse valitavad isolatsioonimaterjalid peaksid tõkestama soojusülekannet, mitte koguma niiskust ja vältima hallituse kasvu.

Polüstüreen on suurepärase isoleerivate omadustega, kuid sellega kaasnevad märkimisväärsed keskkonna- ja terviseprobleemid ning selle ringlussevõtt ja kasutuselt kõrvaldamine on raskendatud. Fossiilkütustest saadud isolatsioonimaterjalide üks puudus on seotud nende päritoluga: neid toodetakse naftast, mis on piiratud ressurss.

Polüuretaan on mitmekülgne materjal, mille eelis on energiatõhusus, probleemsed omadused on lähteainete mürgisus, piiratud ringlussevõetavus ja fossiilne päritolu.

Vahtklaasil on suurepärase tehnoloogilised omadused, ehkki selle soojustusomadused on mõnevõrra halvemad kui fossiilse päritoluga vahtudel, näiteks ekstrudeeritud polüstüreenil (XPS). Vahtklaas on keskkonnasõbralik materjal: see ei ole mürgine ja on ringlussevõetav. Samas on selle tootmine energiamahukas.

Keramsiit ei ole mürgine ja sobib taaskasutamiseks ja ringlussevõtuks. Samas on selle tootmine energiamahukas.

Välise soojusisolatsiooni komposiitsüsteemid (ETICS) on tootmist ja kasutamist arvestades suurepärase tehnoloogia energia säästmiseks positiivse süsinikubilansiga hoonetes. Sellele vaatamata takistavad ETICS-i komponentide paljusus ja mikroobide võimalik vohamine materjali ringlussevõtmist ja taaskasutamist. Mürgisuse seisukohalt võib ETICS sõltuvalt kasutatavatest koostisosadest sisaldada mitmesuguseid ohtlikke aineid.

Muude ruumide isolatsioon

Mujal kui keldris kasutatavad soojustusmaterjalid võivad olla jäikade tahvlite või mattide kujul ja pärineda sünteetilisest, mineraalsetest või taastu-

vatest allikatest, millest igaühel on eristuvad omadused ja keskkonnamõju. Mujal kui keldris saab kasutada mitmesuguseid isolatsioonimaterjale, nagu puidukiud, vill, kanep, kivivill, klaasvill, merevetikad, lambavill, lina, põhk, kanepibetoon, seeneniidistikust komposiitmaterjal, kork ja pilliroog.

Mujal kui keldris kasutavate materjalide üldhinde poolest tuleks eelistada kanepit, merevetikaid, lambavilla, kanepibetooni, seeneniidistikust komposiitmaterjali, korki, pilliroogu ja puidukiude (kui neis pole sünteetilisi lisandeid ega täiteaineid ja nad on lahtisel kujul).

Mürgisuse kontekstis loetakse ohutuks kanepibetooni, seeneniidistikust komposiitmaterjali ja pilliroogu. Ehkki puidukiud võib olla hea valik, on ülioluline valida materjal, mis ei sisalda sünteetilisi lisandeid ega sideaineid, kuna neid töödeldakse sageli leegiaeglustitega. Merevetikad on veel üks võimalik valik, kuid neid võidakse töödelda biotsiididega ja leegiaeglustitega. Sarnaselt võib olla vaja leegiaeglustitega töödelda põhku, mis muidu on üldiselt hea valik. Seega on oluline tagada, et mujal kui keldris kasutatavad isolatsioonimaterjalid ei sisaldaks üldse ohtlikke aineid.

Ringlussevõetavuse kontekstis on kõik materjalid üldiselt eelistatud, kuid tuleb võtta arvesse teatud üksikasjad. Puidukiududest isolatsioon on parim, kui see on lahtisel kujul ja pole kinnitatud külgevate materjalide külge. Puit- ja pabervill võivad olla probleemsed kompostimist takistava ja põletamist soodustava töötamise tõttu, ehkki võimalik on nende taaskasutamine. Linast isolatsioonimaterjalidel on probleeme ringlussevõetavusega boorisoolade tõttu, mis muudavad paneelid mittekompostitavaks. Ohtlike ainetega töödeldud mattide kasutuselt kõrvaldamine vajab erimeetmeid, kuid neid saab samal otstarbel taaskasutada. Hea valik on mürgivaba ja leegiaeglustitega töötlemata põhk. Kliimaaspekte arvesse võttes loetakse keskkonnasõbralikuks kõiki materjale peale kivivilla ja klaasvilla, mille tootmine on energiamahukas.

Kokkuvõttes on isolatsiooniks soovitatav kasutada kanepit, merevetikaid, lambavilla, kanepibetooni, seeneniidistikust komposiitmaterjale, korki, pilliroogu ja töötlemata puidukiude. Nendel materjalidel esineb mitmesuguseid mürgisusega ja ringlussevõetavusega seotud probleeme. Keskkonna seisukohast tuleks neid tootmise väiksema energiamahukuse tõttu eelistada kivivillale ja klaasvillale.

Torud

Kondensatsioonivastased isolatsioonimaterjalid on mõeldud kondensatsiooni kahjulike mõjude vältimiseks. Kondensatsioon tekib niiske õhu kokku puutel jahedamate, näiteks veetorude ja ventilatsioonisüsteemide pindadega. Niiskuse kogunemine torustikusüsteemi pinnale võib tuua kaasa hallituse kasvu ning ehitusmaterjalide korrosiooni ja lagunemise. Lisaks on kondensatsioonivastastel isolatsioonimaterjalidel, näiteks toruümbristel ja -tekkidel, ülioluline osa torude soovimatu soojusvahetuse vältimisel ning energia säästmisel.

Kondensatsioonivastaseid isolatsioonimaterjale on mitut liiki, kõige märkimisväärsamad on järgmised: mineraalvill, elastomeervahust isolatsioon, vahtpolüetüleen ja looduslikest kiududest saadud isolatsioonimaterjalid (nt kork, lina, kanepikiud, kookosekoor).

Mineraalsed isolatsioonimaterjalid, näiteks kivivill, klaasvill ja klaaskiud, põhinevad looduslikel materjalidel. Kuna need materjalid pole biolagundavad ja mittesüttivad, ei tarvitse ohtlike kemikaalide kasutamine vajalik olla. Sellele vaatamata võivad eriti vanemates toodetes kasutatavad teatud sideained ja lisandid sisaldada aineid, mis ohustavad tervist ja keskkonda. Mineraalvilla hüdrofoobsus muudab selle niiskuskindlaks ja vähendab kondensatsiooniga seotud probleemide, näiteks hallituse kasvu tõenäosust. Nende tootmine on energiakulukas, kuid materjalid on pika kasutuseaga, ja kui need on terviklikud ja saastevabad, saab neid isegi taaskasutada. Samas võib nende ringlussevõtmine olla raskendatud, kuna need materjalid on sageli mitmekihilised ja mitme komponendiga (nt koos peegeldava kilega).

Süntheetilised elastomeerid, eriti suletud pooridega elastomeerest kummist isolatsioon on tavalised kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemides. Süntheetilised elastomeerid on väikese soojusjuhtivusega: see aitab säilitada temperatuurierinevusi ja väldib niiskuse kogunemist pindadele. Need moodustavad ka niiskuskindla tõkke, mis aitab vältida kondensatsiooni. Need on ka vastupidavad, elastsed ja hõlpsasti paigaldatavad ning sobituvad korralikult ümber torude. Need materjalid (võivad olla mitmesugused süntheetilised kummid, näiteks stüreen-butadieenkummid (SBR), polüisopreen, neopreen, nitril- ja EPDM-kummid) on tavaliselt valmistatud naftast saadud kemikaalidest ja neil on suur süsinikujalajalg. Süntheetilisest elastomeervahust

isolatsioonimaterjalid ei tarvitse ise olla ohtlikud, kuid nende tootmine võib olla väga keskkonna- ja terviseohtlik. Lisaks on elastomeervahud tuleohtlikud ja võivad sisaldada ohtlikke lisandeid, näiteks ohtlikke leegiaeglusteid või ohtlikke kemikaalijääke (näiteks EPDM võib sisaldada polüaromaatsete süsivesinike jääke). See sõltub eelkõige polümeeri liigist ja koostisest, kuna erisuguseid koostisi kasutatakse eri otstarbel.

Üks tavalisematest toruisolatsioonimaterjalidest on vahtpolüetüleen. See on suhteliselt vastupidav ja mürgivaba, välja arvatud juhul, kui seda on süttivuse vähendamiseks töödeldud leegiaeglustitega. Kui polüetüleenist toruisolatsioon pole mitmekihiline, on see hõlpsasti ringlussevõetav. Selle süsinikujalajalg on võrreldav kivivilla omaga, sarnane on ka soojapidavus. Nagu paljud plastid, on ka nende süntheetiliste materjalide ringlussevõtt probleemne, kuna need sisaldavad ohtlikke keemilisi lisandeid, nende jäätmed tekitavad mikroplasti jne. Kui need materjalid on liimitud mitmekihilised materjalid, tuleks nende kasutamist ringlussevõetavust silmas pidades vältida ja valida kestlikumad variandid, näiteks ühest materjalist koosnev ringlussevõetud PE-isolatsioon.

Saab kasutada ka looduslikust orgaanilisest materjalist, näiteks korgist, linast, kanepikiududest, kookosekoorest või tselluloosist valmistatud isolatsiooni. Need materjalid pakuvad kombinatsiooni temperatuuri ja niiskust reguleerivatest omadustest. Need on loomupäraselt hingavad ning imavad ümbritsevast keskkonnast niiskust või annavad seda sinna tagasi ja vähendavad kondensatsiooni tekkimise tõenäosust. Need materjalid on mürgivabad (kui pole kasutatud leegiaeglusteid), on väikese süsinikujalajalgiga (kuna need on valmistatud taimedest, mis seovad süsinikku). Nende taastuvus ja biolagundatavus teeb nad ringlussevõetavuse musternäiteks. Kasutusea möödumisel saab taaskasutamisele mitteminevaid materjale kompostida või kasutada kütusena. Kahjuks on seda liiki toruisolatsiooni turul vähem saada.

On olemas ka haruldased ja eksootilised materjalid, nagu vaakumsoojustuspaneelid (VIP), gaastäidisega paneelid (GFP-d) ja aerogeelil põhinevad tooted (ABP-d). Uurimistöö käib, kuid suurepäraselt soojustust pakuvad materjalid on ka suhteliselt kallid ning puuduvad andmed nende vastupidavuse kohta mitmesugustes temperatuuri- ja niiskustingimustes.

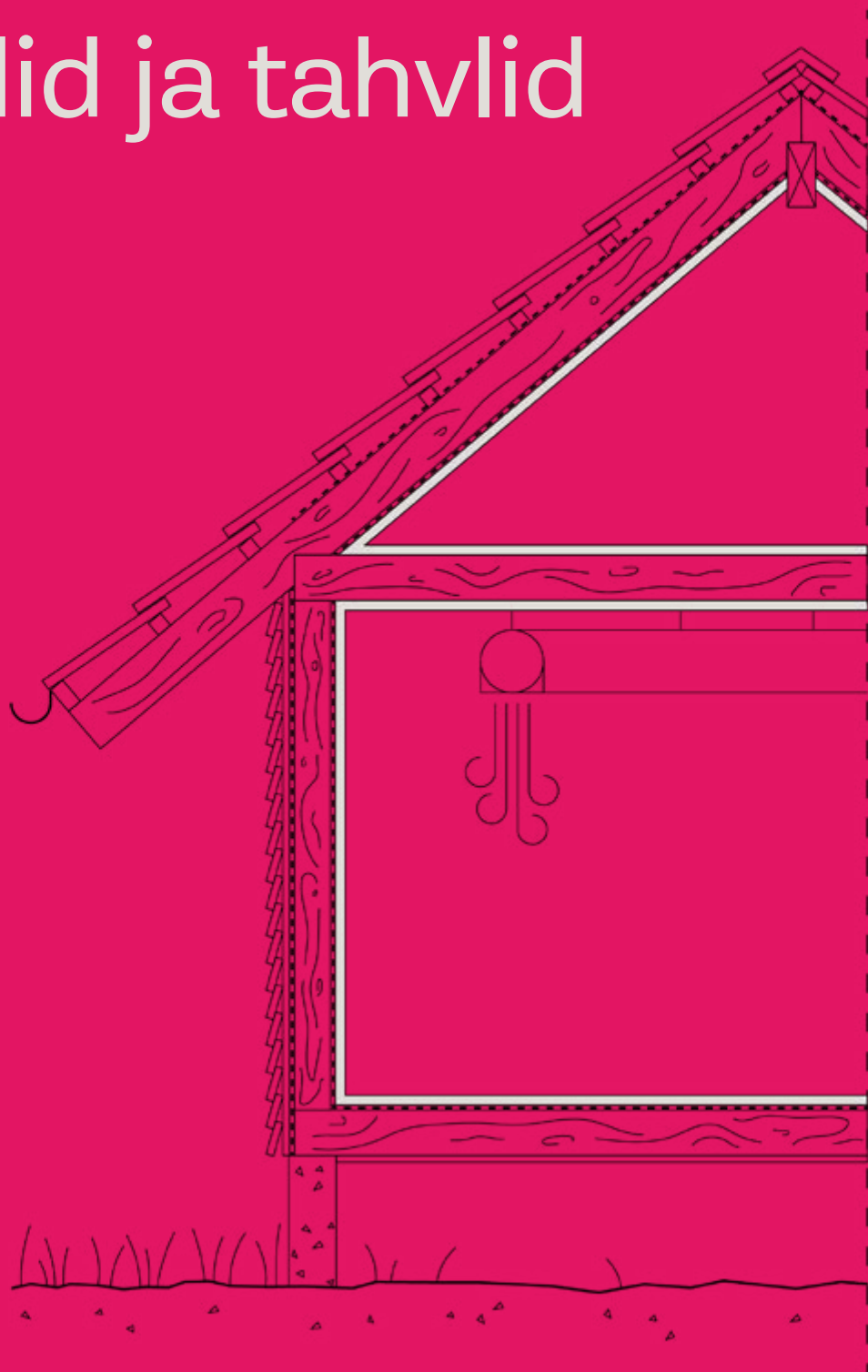
Kondensatsioonivastaste isolatsioonimaterjalide mürgisus sõltub antud juhul eelkõige sellest, kas toode sisaldab lisandeid. Kui ohtlikke lisandeid ei kasutata, on kõige turvalisemad valikud mineraalvill, vahtpolüetüleen või looduslikust materjalist isolatsioon. Ringlussevõetavuse seisukohast on kõige parem valik ühest materjalist koosnevad tooted, kuna mitmekihilised materjalid takistavad ringlussevõttu. Kui plaste ei võeta ringlusse, muutuvad need kasutusea lõppemisel potentsiaalseks mikroplastiallikaks. PE-plastid võetakse tavaliselt ringlusse, samas haruldasemad tüübid, näiteks need, mida kasutatakse elastsete elastomeervahetude valmistamiseks, jäävad tavaliselt ringlusest välja. Süsinikuja-lajälje seisukohast on kõige kestlikum valik looduslikust materjalist isolatsioon, kuna mineraalvilla ja polüetüleeni tootmise jalajälg on märkimisväärne ja muud liiki elastomeeride jalajäljed on veelgi suuremad. Kokkuvõttes on kõige kestlikumad variandid mineraalvillast isolatsioon ja looduslikest materjalidest valmistatud isolatsioon.

Põrandad

Kattematerjalid

Krohvid

Plaadid ja tahvlid



Põrandad

Põrandakatteid saab valmistada mitmesugustest materjalidest, näiteks puidust, betoonist, tampsavist, epoksüvaigust, kummist, kookospähklitest, korgist, sisalist jne. Kõigil neil materjalidel on erisugused omadused. Põrandakattematerjalide valik võiks sõltuda mitmesugustest teguritest, nagu vastupidavus, välimus, libedus, kõvadus jne, kuid peaks sõltuma ka kestlikkusest ja mürgisusest. Põrandakattematerjali kestlikkuse hindamisel on oluline võtta arvesse materjali koostist. Ohtlikud kemikaalid on mitmesugustes põrandakatetes üsna tavalised ja need võivad sealt eralduda ning seada ohtu paigaldajad ja elanikud. Rohkem sünteetilisi materjale ja mürgiseid ühendeid halvendab toote taaskasutamist.

Põrandad ja põrandakatted, mis on kestlikud kõigi kolme aspekti (mürgisuse, kliima ja ringlussevõtmise) poolest, on valmistatud looduslikest taastuvatest ja biolagundatavatest taimsetest lähteainetest, näiteks puidust, korgist, sisalist, kookospähklitest, looduslikust kummist või looduslikust linoleumist. Looduslik linoleum koosneb linaseemneõlist (saadakse linaseemnetest ja puuvaigust) ning mitmesugustest looduslikest materjalidest, näiteks džuudist, korgist jne. Kõigi nende materjalide tooraineid saadakse kasvavatest taimedest, mis kasutavad energiaallikana päikesevalgust ning kasvades fikseerivad süsinikdioksiidi ja eraldavad hapnikku ning salvestavad kinnipüütud süsiniku tekkinud taimsesse materjali. Nende materjalide üksikasjalise kirjelduse võib leida materjalide peatükist.

Keraamilised plaadid on valmistatud looduslikust anorgaanilisest materjalist (savist). Kui ei lisata mürgiseid pigmente, on keraamilised plaadid mitetoksiline materjal. Tampsavi on kestlik kõigi kolme aspekti poolest. Eelkõige tuleks pöörata tähelepanu kasutatavale pinnasele: kas saab taaskasutada lähedalolevatelt ehitustelt pärit pinnast ja kas see on saastunud.

Sünteetilistest materjalidest valmistatud vaibad, kui need on muudetud pleki-, määrdumis- või veekindlaks, võivad sisaldada PFAS-e (per- ja polüfluoritud alküülühendeid). PFAS-id on keskkonnas püsivad ja kahjustavad inimeste tervist.

Epoksüpõrandakatted tekitavad mitmesuguseid tervehäireid, kuna neist eralduvad lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ). Kõvenemata vedelad epoksüvaigud ärritavad peamiselt silmi ja nahka, tahked epoksüvaigud on üldiselt ohutumad. Epoksüpõrandakate on ohutum, kui see on valmistatud kvaliteetsetest väikese LOÜ-sisaldusega toodetest ning on korralikult paigaldatud ja hooldatud.

Puitpõrandat tuleb kaitse ja pikaajalisuse tagamiseks viimistleda. Veepõhised viimistlusmaterjalid sisaldavad vähem lenduvaid orgaanilisi ühendeid (LOÜ-sid). Paremini on põrandakate, mida saab paigaldada ilma liimita. Tänu kestlikkusele ja vastupidavusele on head komposiitpuidust põrandakatted (õhuke vineerikiht, vineer). Seda tüüpi põrandakate koosneb mitmest puidukihist. Ülemine kiht on tehtud ehtsast lehtpuuvineerist, sisekiht on valmistatud kiirelt kasvavatest ja taastuvatest materjalidest. Vineeripaneelide kestlikuks värvimiseks ja viimistlemiseks kasutatakse pigem looduslikku vaha, mitte toksilisi kemikaale.

PVC-linoleum ei ole keskkonnasõbralik. Pärast paigaldamist võivad sellest eralduda LOÜ-d, seda ei saa taaskasutada, see pole biolagundatav ja sarnaselt kõigi plastidega pole see kestlik. Selles on ohtlikud lisandid (ftalaadid) ning tootmisel kasutatakse fossiilkütuseid. Rohkem teavet PVC kohta võib leida materjalide peatükist.

Laminaatpõrandakatted võivad eraldada lenduvaid orgaanilisi ühendeid (LOÜ-sid) ja formaldehüüdi, kuid paljud tootjad pakuvad väikese LOÜ-sisaldusega tooteid, mis vastavad Euroopa standardite nõuetele või ületavad neid ning on väiksema ter- viseriskiga. Ringlussevõetavuse kontekstis on laminaatpõrandakatted problemaatilised komposiitsuse tõttu, kuna melamiinvaigu- ja plastikihid raskendavad tõhusat ringlussevõtmist. Lisaks pole laminaat biolagundatav. Kestlikkuse seisukohast valmistatakse laminaatpõrandakatteid taastuvatest ressurssidest, näiteks puidukiududest ja tselluloosist, ning tootmiseks kasutatakse sageli puidujäätmeid ja kõrvalsaadusi, nii et materjalid võetakse osaliselt ringlusse. Laminaatpõrandakatte vastupidavus on külgetõmbav omadus, mis vähendab selle vahetamise sagedust. Tõelise puidukihi puudumise tõttu ei klassifitseerita seda traditsiooniliseks puitpõrandakatteks.

Looduslikest, taastuvatest ja biolagundatavatest toorainetest, näiteks puidust, korgist, sisalist, kookospähklist, tampsavist või looduslikust linoleumist põrandakatted, mida pole värvitud või veekindlaks muudetud või mille liim sisaldab vähe LOÜ-sid, on kestlikud ja head valikud, mida kaaluda. Tuleks eelistada mittevinüül-põrandakatet (ilma PVC-ta). PVC-põranda valimisel tuleks valida ftalaadivaba PVC. Tuleb vältida põrandakattematerjale, mis sisaldavad PFAS-põhiseid värve või vetthülgevaid materjale.

Kattematerjalid

Värvid ja pigmendid

Kuna on töötatud välja tohutul hulgal värve, pole värvi valik sirgjooneline tegevus eelkõige siis, kui soovitakse kestlikku kujundust või hoonet. Kõigepealt tuleb arvestada tehnilist poolt: kas kattematerjal vastab nõutavatele toimivusnäitajatele? On ka esteetiline aspekt: milline kattematerjal tagab hoonele soovitava välimuse? Peale selle tuleb silmas pidada kestlikkust: millised materjalid on mürgivabad, toodetud kestlikult ja pole keskkonnale kahjulikud? Millisel materjalil on väikseim süsinikujalajälg?

Sageli samastatakse veepõhisust keskkonnasõbralikkusega, kuid mingil juhul ei saa kõiki veepõhiseid värve pidada täiesti ohutuks. On oluline kontrollida iga toote koostist. Tõenäoliselt on kõige kurikuulsamad värvid niinimetatud õlivärvid, mis koosnevad orgaaniliste lahustitega lahjendatud õlidest. Pealekandmisel eralduvad neist lenduvad orgaanilised ühendid, mis tekitavad nende värvidega seostuva haisu. Neid on minevikus ulatuslikult kasutatud, kuid kuna värvide tehnoloogia on õnneks järjest täiustumas, saab õlivärvid nüüdisajal asendada kvaliteetsete veepõhiste toodetega. Veel üks keskkonnakahjulik valik on puitu konserveerivad värvid, mida kasutatakse sageli hoonete välimiste puitlementide katmiseks, kuid mingil juhul pole tegemist ainsa võimalusega puidust välisdetailide kaitsmiseks. On olemas ka looduslikud kattematerjalid, nagu lubjapiim, savipõhised värvid ja looduslikud pigmendid, mis jõudluse mõningase piiramise hinnaga pakuvad märkimisväärsed kestlikkuseeliseid. Lahustipõhised värvid ohustavad inimeste tervist. Lisaks saadakse lahusteid kõige tõenäolisemalt fossiilkütustest, mistõttu neil on oluline keskkonnamõju ja suhteliselt suur süsinikujalajälg. Sarnaselt on ka alküüdvärvid lahustipõhised. Kontrastina sisaldavad veepõhised värvid sõltuvalt koostisest LOÜ-sid väga vähe või ei sisalda üldse, kuid kuna need on vedelad ja sisaldavad orgaanilisi polümeere, lagunevad need mikroobide toimel, mistõttu tuleb kasutada säilitusaineid. Veepõhistes värvides kasutatavate säilitusainete valik on väga lai, kuid peaaegu kõik on keskkonnale mürgised ja paljud neist kahjustavad inimeste tervist, näiteks tekitavad allergilisi reaktsioone. On olemas ka turvalisemad variandid, mis sisaldavad ohutumaid säilitusaineid, mistõttu selliseid värve tuleks hinnata juhtumipõhiselt. Veepõhiseid värve valmistatakse tavaliselt sünteetiliste polümeeridega, mille toot-

mine on märkimisväärsed süsinikujalajälg. Samas on savi- või lubjapõhised kattematerjalid ja looduslikud pigmendid suhteliselt mürgivabad. On oluline mitte kasutada lahustipõhiseid värve siseruumides, et vältida kokkupuudet suure koguse LOÜ-dega. Puidukonservantide kasutamine siseruumides tekitab olulisi terviseriske ja on täiesti tarbetu, mistõttu seda tuleks vältida.

Mis puutub värvide ringlussevõetavusse, siis on seda raske oodata, kuna värv kantakse vaid õhukese kihina pinnale, kuhu see külge jääb või imendub. Sellele vaatamata tuleks teiste materjalide ringlussevõetavuse tagamiseks järgida nõuet, et kasutusea möödumisel ei vabaneks kahjulikke aineid ega moodustuks mikroplasti. Lisaks on oluline tagada, et värv ei saastaks külgnevaid ehitusmaterjale ega muudaks nende taaskasutamist või ringlussevõtmist võimatuks. Sellest vaatepunktist oleksid kõige kestlikumad variandid polümeerivabad värvid, nagu savipõhised värvid, lubjapiim, ja looduslikud pigmendid, kuna need ei tekita mikroplasti ega jäta ohtlikke jääke materjalidesse, millele neid kantakse. Kõik veepõhised ja lahustipõhised värvid ning alküüdvärvid võivad tekitada mikroplasti, samas kui puidukonservandid muudavad puidu ohtlikeks jäätmeteks, mis vajavad nõuetekohast kasutuseelset kõrvaldamist. Kas ringlussevõetavus peaks tähendama ka seda, et aegunud või vana värvi tuleks regeneereida või ringlusse võtta? Pärast ehitusprojekti lõppemist jääb mingi kogus värve alati kasutamata. Kahjuks on see küsimus logistiline õudusunenägu, kuna vastus sõltub üksikute värvide koostisest, mitte pinnakatte liigist. Primitiivsete kattematerjalide, näiteks savipõhiste värvide, lubjapiima ja pigmentide korral oleks vastus „jah, lihtsalt lisage vett“. Pinnakattetüüpe on tegelikult palju rohkem, kuid neid kasutatakse erirakendustes, kus tuleb järgida erilisi toimivusnõudeid. Kõige märkimisväärsed variandid on polüuretaanpinnakatted, epoksiipinnakatted, spetsiifilised akrüülpinnakatted ja emailid.

Kõige primitiivsemad kattematerjalid, näiteks savipõhised värvid, lubjapiim ja pigmendid, on üldiselt kõige kestlikumad. Nende kasutamine on siiski piiratud, näiteks savipõhiseid värve saab kasutada ainult siseruumides, kuna need on vastuvõtlikud veekahjustustele. Veepõhised värvid tunduvad olevat kõige praktilisem valik paljude rakenduste jaoks, kuna neid on väga mitmesuguse koostisega. Tuleks otsida kõige ohutumaid LOÜ-deta ja ohtlike lisan-diteta variante, üldine soovitus võiks olla ökomärgisega toodete kasutamine. Kui on vaja väga häid

toimivusnäitajaid, on parim viis otsida selliste omadustega veepõhiseid värve ning jätta õli- või alküüdvärvid alles teise ringi valikusse. Üldiselt on soovitatav valida kvaliteetsemad värvid, mis on väga pika kasutuseaga ning ei pleeku ega lagune nii kiiresti. Kemikaaliohutuse seisukohast on soovitatav vältida puidukonservantide kasutamist ja nende asemel kasutada kuumtöödeldud puitu või mädaniku-kindlaid lehtpuuliike. Hoone projekteerimisel tuleks tehnilise lahendusena kasutada laiemaid katuseräästaid, mis ei lase vihmalt seinalle tilkuda.

Lakid

Sarnaselt värvidega on olemas mitmesuguseid lakke, mis on mõnevõrra erinevate omadustega ja põhinevad mitmesugustel materjalidel. Lakkide põhimaterjalid võivad olla taimeõlid, vaigud, vahad või teatud sünteetilised polümeerid. Tüüpiliselt kasutatakse lakke puidu, krohvi ja muude pindade kaitsmiseks vananemise eest, esteetilise viimistluse tegemiseks, pindade tihendamiseks kaitseks vee või mustuse eest või isegi kaitseks mehaaniliste kahjustuste eest.

Õlisid (näiteks linaseemne-, tunga-, kanepi- või Kreeka pähkliõli) kasutatakse puhtana, koos teiste õlidega või lahustitega lahjendatuna. Vahad ja vaigud tuleb kasutamiseks lahustada õlides ja/või lahustites. Samas pakuvad veepõhised polümeerlakkid hõlpsasti pealekantavat ja kiiresti kuivavat lahendust.

Kemikaaliohutuse seisukohast on lahustivabad taimeõlilakkid enamasti ohutud, kuid mõnedes toodetes (nt Taani õlis või tiikpuuõlis) on õlid lahjendatud lahustitega, mis soodustavad pealekandmist, pinna sisse tungimist ja kiiret kuivamist. Tegemist on LOÜ-de allikatega, mis eriti pealekandmise ajal on enamikul juhtudel inimestele ohtlikud. Sarnaselt kasutatakse lahusteid vahal (soja-, karnauba- või mesilasvahal) või vaikudel põhinevate lakkide valamistamiseks, mistõttu neid tuleks kasutada õues või väga hästi õhutatud ruumides ning jätta enne hoonesse elama asumist piisavalt aega LOÜ-de hajumiseks. Veepõhine akrüüllakk on lahustivaba, kuid võib sisaldada muid keemilisi lisandeid, mistõttu konkreetsete toodete ohutust tuleks kontrollida. On olemas ka veepõhised polüuretaanlakkid, mis on väidetavalt palju tervisesõbralikumad kui tavalised PU-süsteemid. Erilist tähelepanu tuleks pöörata veepõhiste PU-lakkide valimisele. Tuleks kontrollida keemilise koostise ohutust, kuna tüüpilised koostisained, isotsüanaadid või nende vaheühendid on teadaolevalt inimeste tervisele ohtlikud. Samas on

Taani seebiviimistlus keemilise ohutuse seisukohalt üks kõige turvalisemaid lakke, kuna kasutatakse ainult seepi ja vett.

Ringlussevõetavuse seisukohast peaks head lakid olema pika kasutuseaga ja heade toimivusnäitajatega. Lisaks ei tohiks need tekitada mikroplasti, saastada allolevat materjali ohtlike kemikaalidega ega muuta neid pärast kasutusea möödumist kasutuskõlbmatuks. Sünteetilised polümeerlakkid (akrüüllakid, PU-lakid) võivad kasutusea möödumisel tekitada mikroplasti. Kui polümeeripõhised tooted on kvaliteetsed, moodustub vastupidav ja pika kasutuseaga pinnakattekiht. Võrdluseks võib tuua, et looduslikel õlidel põhinevad lakid tuleb iga mõne aasta järel uuesti peale kanda.

CO₂ heite seisukohast on suurim süsinikujalajälg sünteetilistel või naftapõhistel toodetel, mis sisaldavad palju lahusteid või sünteetilisi polümeere. Looduslike materjalide, näiteks looduslike õlide süsinikujalajälg on neutraalne või isegi negatiivne (süsiniku fikseerimise tõttu).

Ehkki looduslikud õlid, näiteks lina-, kanepi-, tunga- või Kreeka pähkli õli, on kõige ohutumad ja kliima-neutraalsemad valikud, on nende puudus see, et pinnad tuleb mõne aja järel uuesti katta. Sarnaselt tuleb Taani seebiviimistlust aeg-ajalt korrata. Lahustipõhistel variantidel on mõned pealekandmise ja kuivamisega seotud eelised, puudused on terviseriskid (LOÜ-de tõttu) ja kaasnev süsinikuheide. Veepõhised akrüüllakid on vastupidavad ja usaldusväärsed, kuid on soovitatav kontrollida üksikute toodete koostist, et vältida ohtlikke kemikaale ja valida parima kvaliteediga tooted, millel on pikem kasutusiga. On hea mõte otsida ökomärgisega tooteid. Veepõhiste polüuretaanlakkide kasutamist tuleb hoolikalt kaaluda, kuna polüuretaani tootmine on saastav ning väga sageli ohustab toote koostis inimeste tervist ja keskkonda.

Krohvid ja mördid

Krohvid on mineraalsed materjalid, mida kasutatakse hoonete välisseinte katmiseks. Need kaitsevad seina koostisosi, näiteks soojustust, või siis kasutatakse neid üksnes dekoratiivotstarbel (nt tellisseinte katmiseks). Kuivanud krohv moodustab stabiilse väliskihi, mis peab vastu keskkonnamõjudele ja võib mõjuda esteetiliselt. Siseruumides kantakse seintele esimese ebatasase kihina sisseviskekiht, mis varjab seina aluskonstruktsiooni (nt soojustust) või tasandab seinad, sellele järgneb peenema ja siledama viimistluskrohvi kiht. Viimistluskrohvid on samuti mineraalsed ning need võivad olla mitmesuguse koostisega ja sisaldada mitmesuguseid

materjale, mis annavad siseruumidele esteetilise väljanägemise. Mörti kasutatakse ainult müüritises ja seda kasutatakse üksnes funktsionaalsel otstarbel. Mört on tüüpiliselt valmistatud tsemendist, liivast ja veest, kuid võib kasutada ka lubimörti, kus lubi on segatud liiva ja veega.

Samas tuleks krohvimaterjali valimisel läbi mõelda ringlussevõetavus ja süsinikujalajalg. Kui seda silmas pidades, siis oleks hea tava valida kohalikud materjalid, mille tootmine kulutab vähe energiat. Lisaks võivad polümeer-komposiitkrohvid olla parema toimivusega, kuid nende ringlussevõetavus tekitab probleeme.

Krohvi- ja mördimaterjalid on pulbrilised mineraalsed materjalid, mis tavaliselt ei sisalda ohtlikke keemilisi lisandeid. Ainukesed terviseriskid on seotud tööalase kokkupuutega, näiteks tekitab tolmu sissehingamine hingamisteede ärritust ning nahale sattumine nahaärritust ja -söövitust, kuna lubi ja tsement on leeliselised. Neid probleeme saab hõlpsasti lahendada isikukaitsevahendite kasutamise ja heade töötavadega. Ohtlike kemikaalidega seotud ainuke probleem on seotud polümeersete komposiitkrohvidega. Seda liiki krovhides on koostises polümeerid, mille eesmärk on toimivuse parandamine. Koos polümeeriosakestega võivad esineda soovimatud keemilised lisandid. Sellest tulenevalt peaks selliste krovhide koostist hoolikalt kontrollima.

Igat liiki krovhi saab kasutusea lõpus muul otstarbel kasutusele võtta. Saastumata savikrohv võib „saada mullaks“ või isegi minna taaskasutusse. Lupja ja kipsi saab kasutada põllumajandusmaa parandamiseks või maastikukujunduseks või purustada ja võtta kasutusse muul sarnasel otstarbel. Tsementkrohve saab kasutada maastikukujunduseks või purustada ja kasutada betooni täitematerjalina. Olulusringi lõpus tuleks mineraalseid komposiitkrohve hinnata nende koostise põhjal, kuid vähemalt peaks olema võimalik nende kasutamine maastikukujunduses või põllumajanduses. Seega ringlussevõetavuse seisukohast on kõik need materjalid peale polümeerkomposiitide enam-vähem võrdsed. Polümeersed komposiitkrohvid sisaldavad lisanditena polümeere, näiteks akrüüli, PVA-d või taimset tselluloosi. Akrüülpõlümeeerlisandid võivad jäätmetena tekitada mikroplastireostust. Samas on ringlussevõetavuse seisukohast aktsepteeritavad PVA ja taimne tselluloos, kuna need lagunevad keskkonnas hõlpsasti, kuid need võivad takistada taaskasutamist, kuna materjali (eriti PVA-d) on raske purustada ja muul otstarbel kasutada.

Ringlussevõtmine selle sõna tõelises mõttes on raske kui krovhide muul otstarbel kasutamine. Savikrohv on kergesti ringlussevõetav lihtsalt vee lisamisega. Lubi neelab atmosfäärist süsinikdioksiidi, nii et tõeline ringlussevõtt hõlmaks selle kuumutamist uuesti põletatud lubja saamiseks. Kips neelab vett, nii et ringlussevõtmiseks tuleks seda uuesti kuumutada. Teisest küljest on komposiitkrovhi ringlussevõtmine palju keerukam.

Mis puutub mörtidesse, siis lubimördil on eelis tsementmördi ees, kuna olulusringi lõpus saab seda müüritise materjalist hõlpsasti eemaldada, nii et telliseid ja müüritise muid materjale saab taaskasutada. Lubimördi jäätmeid saab kasutada põllumajandusmaa parandamiseks ja maastikukujunduseks või isegi taaskasutada. Mördimaterjalina saab kasutada ka savi, kuid külma kliimaga aladel tehakse seda harva, kuna vihm võib seda kahjustada.

Üks asi, mida tuleks tähele panna: kui kaalutakse, kuidas tuleks taaskasutada kasutusea lõppu jõudnud krovhi ja mörti, on oluline vältida saastumist. Siin võivad saastumist tekitada krundid, värvid või isegi lakid. Kui need on sünteetilised, nagu polümeeripõhised värvid, võivad tekkida probleemid mikroplastiga. Kui soovitakse tagada ringlussevõetavust, peaksid kattematerjalid sobima kokku alloleva krovhiga, et see ei takistaks taaskasutamist või ringlussevõtmist. Nt kasutatakse lubikrovhi korral lubjapiima, savikrovhi korral mineraalseid pigmente jne.

Süsinikujalajälje seisukohast on kõige väiksema süsinikujalajäljega savi- ja lubikrohvid ning-mördid. Ehkki lubja tootmine on energiamahukas, siis kivistumisel neelab lubi CO₂ tagasi oma koostisse. Kuna kipsi ja betooni tootmine on energiamahukas, on neil suurem süsinikujalajalg. Mineraalseid ja polümeerseid komposiitkrohve ja-mörte tuleks hinnata juhtumipõhiselt. Tsemendi või betooni taaskasutamisest tõusev keskkonnakasu on märkimisväärne. Tsementkrovhi purustamine taaskasutamiseks avab tsemendipinna õhule ja CO₂ neeldub, nii et vähe- neb tsemendi tootmisel tekkinud jalajalg ja leeveneb surve loodusvarade kaevandamiseks.

Kõige kestlikumad materjalid on savi ja lubi, kui need on kohaliku päritoluga. Neid leidub rikkalikult peaaegu igal pool maailmas, need on mürgivabad, neid saab taaskasutada ja mõnel juhul isegi ringlusse võtta, ning neil on väike süsinikujalajalg.

Plaadid ja tahvlid

Puidupõhised tahvlid on mitmesugused ehitus- ja renoveerimismaterjalid, mis koosnevad eri suu-

rusega puiduosakestest, mis on seotud keemiliste vaikude ja kuumutamise abil. Tarbekaupade turul enimkasutatavad tahvlid on OSB (orienteeritud kih-tidega plaadid), MDF (keskmise tihedusega puit-kiudplaadid), vineer ja CLT (ristkihtliimpuit). Kõigil tahvliliikidel on erisugune välimus ja füüsikalis-me-haanilised omadused, mistõttu neil on erinevad kasutusala-d. OSB-d, CLT-d ja teatud vineeritüüpe käsitatakse tavaliselt ehitusmaterjalidena ja kasuta-takse kandvates rakendustes (nt katuste, põrandate ja seinte all), samas kui MDF-i ja mõningaid vinee-ritüüpe kasutatakse sagedamini renoveerimiseks sisekeskkonnas, kus need ei pea taluma suurt koor-must.

Seda liiki tahvlitega seotud kõige tõsisemaid tervi-seprobleeme on alati tekitanud pärast paigaldamist siseõhku sattuv formaldehüüd. Formaldehüüd on väga lenduv kantserogeenne ühend, mis eraldub nii looduslikust puidust kui ka vaikudest, mida tüüpili-selt kasutatakse puidupõhiste tahvlite tootmiseks. Ehitusmaterjalidest pärit formaldehüüdi heitkogu-sed on rangelt piiratud ja maksimaalsed lubatud piirväärtused on äärmiselt väikesed. Sellele vaata-mata püüavad paljud tootjad saavutada veelgi väik-semaid heite piirväärtusi. Seega tuleks hanke kaalu-misel valida tooted, millel on emissiooniklass E1 või veel parem, E0,5.

Sissehingamisel võivad terviseriske tekitada ka tei-sed lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ-d) peale formaldehüüdi, mistõttu on olemas mitmed sõltumatud tõenduspõhised märgised, mis aitavad tuvastada tooteid, mis kokkuvõttes halvendavad siseõhu kvaliteeti vähem. Nende seas on A+, M1, Eurofins Indoor Air Gold jt. Tuleks valida nende märgistega tooted.

Puidupõhiste tahvlite tootmine on väga energiamahukas. Mõnda liiki tahvlite tootmiseks saab kasu-tada ringlussevõetud puitu ja suuremat osa tahvli-liike saab pärast olelusringi lõppu uute puitplaatide tootmiseks ringlusse võtta.

Kipsplaadi kasutamise kaalumisel on parem kasu-tada tavalist kipsplaati, kuna see ei sisalda täien-davaid lisandeid. Sihtotstarbelisel kasutamisel on kogu toode üldiselt mittetoksiline, Teatud tervise-riskid võivad tekkida lõikamise ja paigaldamise ajal, kui võidakse sisse hingata tahvlitest pärit peenosa-kesi (tolmu). Alati tuleb kasutada kohaseid isikukait-sevahendeid (nt respiraatoreid).

Lenduvad orgaanilised ühendid, mis tekitavad prob-leeme sarnaste materjalide (nt liim- või laminaat-plaatide) korral, ei ole kipsplaatide korral kuigi olu-lised, kuna heitkogused on tavaliselt väga väikesed.

Kipsplaatide tootmine on üsna ressursikulukas, eriti kehtib see energia ja vee kasutamise kohta. Teisest küljest saab plaatides kasutada ringlussevõetud materjale ning kipsi ennast saab pärast paberka-tete eemaldamist taaskasutada uute plaatide toot-miseks. Kiudtsement on väga vastupidav ehitusma-terjal.

Kiudtsement ühendab paljude asendusvariantide eelised ja on seetõttu mõttekas lahendus fassaa-dide, katuste ja terrasside jaoks. Tsementsideai-nega puitlaastplaadid on tugevdatud töödeldud puidulaastudega, kusjuures tsementkiudplaatides kasutatakse tugevdusena taimedest saadud tsellu-looskiude. Mõlemal juhul on sideaineks tsement. Tsementsideainega puitlaastplaatide ja tsement-kiudplaatide tulepüsivus on ühesugune.

Kuna peene ränidioksiiditolmu sissehingamine on kahjulik, tuleb paigaldamisel kaitseks alati kasutada tolumumaski.

Kiudtsement pole siiski täiesti keskkonnasõbra-lik, kuna see sisaldab tsementi, mille tootmine on energiamahukas ja nõuab palju vett. Tsemendi koostisaineid tuleb kaevandada ja tsemendi toot-mine tekitab 8% CO₂ heitest maailmas.

Kiudtsement pole ringlussevõetav, kuid kui see vii-maks laguneb, on see inertne ja mittemürgine.

Mõned tootjad on keskkonnamõju ja paigaldaja-tele mõjuvate terviseriskide vähendamiseks näiteks asendanud ränidioksiidi lendtuhaga ning toodete valmistamisel minnakse üle kohapeal saadud ring-lussevõetud materjalidele, kasutatakse vähelendu-vaid orgaanilisi ühendeid ja võetakse ringlusesse töötlemiseks kasutatav vesi.

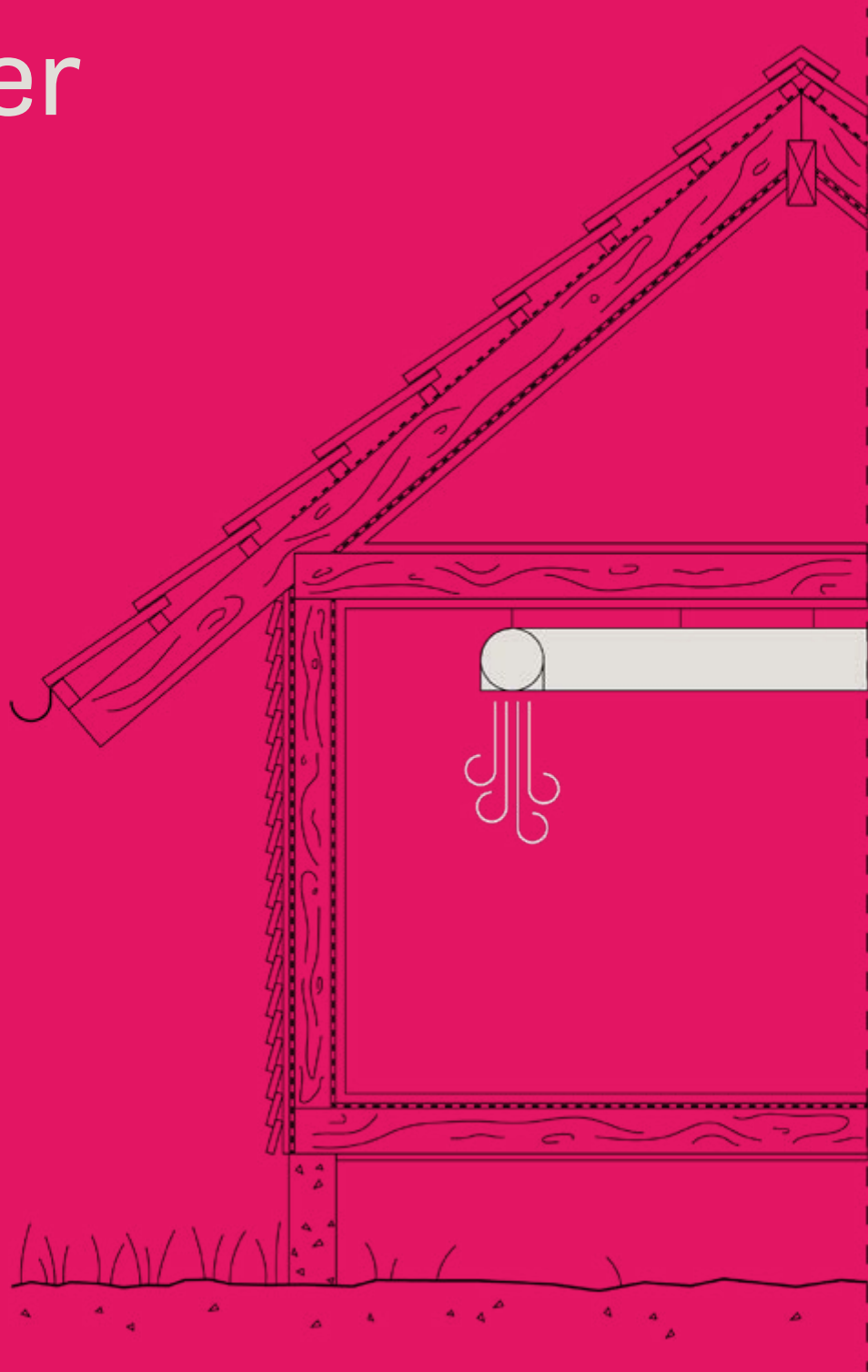
Kokkuvõttes sõltub puidupõhiste tahvlite, kipsplaa-tide ja kiudtsemendi valik projekti konkreetsetest vajadustest ja keskkonnaeelistustest. Puidupõhiste tahvlite eelis on taastuvad ressursid, ringlussevõe-tavus ja kontrollitud heited, mistõttu neid saab kasutada mitmesugustes rakendustes. Mitte-mürgiste ja siseruumidesse sobivate kipsplaatide puudus on ressursimahukas tootmine ja piiratud ringlussevõetavus. Kiudtsement, mis on tuntud vas-tupidavuse poolest, tekitab muret energiamahuka tsemenditootmise ja ringlussevõetamatuse tõttu, ehkki mõned tootjad liiguvad suurte sammudega keskkonnasõbralike asendusvariantide poole. Otsus peaks arvesse võtma projekti nõudeid ja tasakaa-lustama funktsionaalsuse, kestlikkuse ja paigalda-misel tekkivad terviseprobleemid. Eelistada tuleks keskkonnasõbralike tavade-ga tootjaid.

Tuletõkked

Põrandaküte

Ventilatsioon

Elekter



Tuletõkked

Tulekaitse on üks olulisemaid nõudeid ehitusprojekti juures. Mida suuremad on hooned ja mida rohkem inimesi neis elab või töötab, seda rangeamad on nõuded.

Ehituseeskirjad määratlevad hooneklassid ja neile vastavad kaitsenõuded, nt selle, kui kaua peab sein või lagi tules kahjustusteta vastu pidama. Siinkohal on oluline, et tuli jääks hoones väiksele alale ega saaks takistamatult levida.

Näiteks tuleb erilise hoolega planeerida ja ehitada konstruktsioonialemente, mis eraldavad kahte moodulit (näiteks kahte korterit). Neis ei tohi olla ühtki nõrka kohta, mille kaudu tuli võiks levida naaber-moodulisse.

Seetõttu tuleb kaablite ja juhtmete läbiviigud, mis tuleb möödapääsmatult teha, sulgeda tuletõkkega. Milliseid kemikaale kasutatakse seinas olevate läbiviikude tihendamiseks? On olemas nõuded, kui kaua need peaksid vastu pidama tulele, kuid teabelehtedel ei räägita toksilisusest.

On oluline märkida, et tüüpiliselt läbivad tuld tõkestavad tihendusmaterjalid ranged katsed ja sertifitseerimise, mis tagavad vastavuse tuleohutusstandardite nõuetele ning hõlmavad mürgisuse ja suitsu tekkega seotud kaalutlusi. Seetõttu on tuld tõkestavate tihendusmaterjalide valimisel soovitatav otsida tooteid, mis on läbinud tunnustatud organisatsioonide, nagu UL (Underwriters Laboratories) või teiste sertifitseerimisasutuste tehtavad kolmanda osapoole katsed ja sertifitseerimise. Sageli hõlmab sertifitseerimine teavet tulepüsivuse, suitsutekke ja toote mürgisuse kohta.

Üksikasjalise teabe saamiseks konkreetse tihendusmaterjali kohta, mida kavatakse kasutada, sealhulgas selle tulepüsivuse ja ohutuskalutluste kohta, tuleb alati tutvuda tootja tehnilise infolehega ja tootedokumentatsiooniga. Lisaks võivad kohalikud ehituseeskirjad määratleda nõuded tuld-tõkestavate materjalide kohta. Nende eeskirjade nõuete täitmine on oluline.

Paisuvad ühendid: need ühendid paisuvad kuumuse käes ja moodustavad isoleeriva söe, mis sulgeb pilud ja väldib tule edasist levikut. Neid kasutatakse sageli tulekindlates kate- ja tihendusmaterjalides. Ammooniumpolüfosfaat (APP) on tavaline paisuv koostisaine, mis eraldab mittesüttivaid gaase ja moodustab kaitsva söe. Pentaerütritool on orgaaniline ühend, mis soodustab söe moodustumist ja paisumist.

Paisuvad ühendid iseenesest on tüüpiliselt mittetoksilised, kuid põlemisel tekkivad lagusaadused

(nt ammooniumpolüfosfaadist tekkiv ammoniaak) võivad suures kontsentratsioonis ärritada hingamisteid.

Silikoonhermeetikud on tuntud suure kuumuskindluse ja elastsuse poolest. tavaliselt kasutatakse neid tuletõkkerakendustes. Silikoonhermeetikud on tuntud väikese mürgisuse poolest. Kõrgel temperatuuril eraldavad need tüüpjuhul minimaalse koguse suitsu ja mittetoksilisi kõrvalsaadusi.

Grafiidipõhised materjalid: grafiiti kasutatakse sageli tuletõkketoodetes, kuna kõrgel temperatuuril see paisub ning tekitab tule- ja suitsutõkke. Paisutatud grafiiti kasutatakse tuletõkketoodetes, kuna see paisub ja moodustab tulekindla tõkke. Grafeen on suurte võimalustega materjal, mida saab kasutada tulekindluse suurendamiseks.

Üldiselt loetakse grafiiti mittemürgiseks, kuid tulekahju korral võivad grafiidipõhised materjalid eraldada süsinikurikast suitsu, mis võib olla ärritav.

Tulekindlad täiteained: need hõlmavad mitmesuguseid, näiteks mineraalseid täiteaineid, mis suurendavad tihendusmaterjali tulekindlust.

Tulekindluse suurendamiseks saab kasutada mineraalseid täitematerjale, näiteks vermikuliiti või perliiti. Saab kasutada ka savipõhiseid täiteaineid. Mineraalsed täiteained, näiteks vermikuliit ja perliit, on looduslikult esinevad mineraalid, mis pole mürgised.

Savipõhised täiteained pole samuti mürgised.

Vähesuitsevad ja vähemürgised materjalid: Tuld-tõkestavate tihendusmaterjalide tootjad kavandavad oma tooted sageli nii, et need tulega kokku puutudes eraldavad võimalikult vähe suitsu ja mürgiseid gaase. See on kriitiline ohutuskalutus. Toodetesse lisatakse suitsu ja mürgisust vähendavaid anorgaanilisi ühendeid. Vähesuitseva ja vähemürgise materjali saamiseks võib sellele lisada leegiaeglusteid, näiteks antimon(III)oksiidi, kuid leegiaeglustitega tuleb olla ettevaatlik. Mürgisus sõltub leegiaeglusti tüübist (vt eelmist kokkuvõtet „Leegiaeglustid“).

Nakkeparandajad: need on kemikaalid, mis parandavad tihendusmaterjali nakkumist mitmesuguste pindadega ja tagavad korraliku tihenduse. mitmesuguste pindadega nakkumise parandamiseks saab kasutada silaaniühendeid, näiteks silaanipõhiseid nakkeparandajaid. Aminosilaanid on silaaniühendite alamrühm, mis võib soodustada nakkumist. Silaanipõhised nakkeparandajad on üldiselt vähemürgised.

Polümeerid ja sideained: need annavad tihendusmaterjalile struktuurse terviklikkuse. Mõne tuld-tõkestava tihendusmaterjali koostises on polüuretaan,

mis on elastne ja nakkuv. Akrüülpõlümee-rid saavad parandada struktuurset terviklikkust. Tuldtõkestavates tihendusmaterjalides kasutatavad polümee-rid, näiteks polüuretaan ja akrüül, on tüüpjuhul vähemürgised, kuid nende materjalide põlemisel võib tekkida süsinikurikas suits.

Põrandaküttesüsteemid ja -komponendid

Põrandaküte on siseruumide kütmise meetod, kus põrand pinna alla paigaldatakse küttesüsteem. See süsteem tekitab soojust, mis tõuseb põrandast üles ja soojendab ruumi ning tagab mugavuse ja soojuse ühtlase jaotumise. Põrandaküttesüsteeme on kahte põhitüüpi: elektrilised põrandaküttesüsteemid (nt vaskelektrikaablitega) ja veega põrandaküttesüsteemid.

Vaskelektrikaableid kasutatakse laialdaselt ning neil on suur soojus- ja elektrijuhtivus. Juhtmetes eelstatakse alumiiniumile vaske, mis on alumiiniumist vastupidavam ja parema juhtivusega. Vasejäägid, mis satuvad veega keskkonda, on eriti mürgised veeorganismidele, mistõttu juhtmed kaetakse plastiga, mis toimib kaitsekihina ja väldib leostumist. Vaskelektrikaablid on väga suurel määral ringlussevõetavad. Vase tootmine on väga energiamahukas. Veega põrandaküttesüsteem koosneb põrand alla paigaldatud torudest või voolikutest, milles ringleb soe vesi. Veega põrandaküttesüsteemi kasutatakse sageli uute energiatõhusate ehitiste peamise küttesüsteemina või olemasolevate hoonete uuenduseks. Sellise süsteemi saab paigaldada mitmesuguste põrandakattematerjalide, nt plaatide, puidu ja vaipade alla. Torud on tüüpiliselt valmistatud polüetüleenist või metalliga tugevdatud plastist. Metalliga tugevdatud plasttorud koosnevad mitmest kihist: sees on ristsidemetega polüetüleen, järgneb metallist (alumiiniumist) foolium ning väljas on polümeerkate, mis kaitseb mehaaniliste kahjustuste eest. Selle tulemusel ei teki korrosiooni ja õigel paigaldamisel kestab torustik mitu aastakümnet. Lisaks suurendab alumiinium toru vastupidavust vee suhtes, tagab paremad tööparameetrid ning võimaldab ruumi kiiremini ja tõhusamalt kütta. Polüetüleentorud (PE-torud) (eriti kõrgtihedusega polüetüleenist (HDPE) ja ristseotud polüetüleenist torud) on tugevad, väga elastsed, vastupidavad, keemiliselt ja bioloogiliselt inertsed ning on väga heade soojustusomadustega, mis aitab vähendada energiakadusid töö ajal. Polüetüleeni loetakse mitetoksiliseks materjaliks. Polüetüleen on vastupidav ja veekindel, mistõttu ilmastikuga kokku puutudes peab see vastu kauem kui teised polümeerid. Polüetüleen on ringlussevõetav. Samas on polü-

tüleeni tootmine suure energiakuluga protsess. Metalliga tugevdatud plasttorud on vastupidavad korrosioonile ja keemiliselt neutraalsed. Need on väga vastupidavad, kindlad ning temperatuuri- ja kemikaalikindlad. Täiendav alumiiniumikiht (nt toruseina keskmises kihis) suurendab vastupidavust ja toimib difusioonikihina, mis kaitseb hapniku sissetungi eest ja kaitseb toru korrosiooni eest. Nii alumiinium kui ka polüetüleenikate on lõpmatu arv kordi ringlussevõetav. Samas on alumiiniumi saamine äärmiselt energiamahukas.

Ventilatsioonisüsteem

Ventilatsiooni eesmärk on värske õhu pideva juurdevoolu tagamine, süsinikdioksiidi (CO₂) eemaldamine ja siseõhku saastavate ainete kontsentratsiooni vähendamine. Ventilatsioon aitab eemaldada liigset niiskust, mis võib põhjustada hallitamist, ning peaks looma tervisliku ja mugava elu- ja töökeskkonna. Hoonetes, kus pole võimalik loomulik ventilatsioon (nt aknaraamide ja akna vahel olevate pilude kaudu, akende ja õhuavade avamisega), või energiatõhusates hoonetes, kus õhu loomulik liikumine on oluliselt väiksem, tuleb see kompenseerida mehaaniliste ventilatsioonisüsteemidega (väljapuhkega, sissepuhkega, taaskasutamisega, nõudlusele vastava koormusega, energiatagastusega jne). Ventilatsioonisüsteemid koosnevad üldiselt ventilaatoritest, torustikust, õhufiltritest ja õhusisselask-eavadest. Õhutorud liigutavad õhku kogu hoones, tagavad igas ruumis nõuetekohase õhukvaliteedi ja temperatuuri ning need on iga ventilatsioonisüsteemi oluline osa. Torustikus kasutatavad materjalid võivad mõjutada süsteemi toimimist. Torustikus enamkasutatavad materjalid on plekk, klaasplast ja plast.

Plekist õhutorud on valmistatud tsingitud terasest või alumiiniumist. Sellised torud on kerged ja vastupidavad. Lõplikul kujul ei ole tsingitud terasest tooted mürgised. Tsinkimine tekitab metallipinnale roostetamist vältiva kihi. Kattes on tsink, mis on mürgine ainult allaneelamisel. Tsingitud terasplekist leostuvad suured kogused. Metalne alumiinium on kergekaaluline. Kokkupuude alumiiniumiga pole tavaliselt kahjulik, kuid kokkupuude suurte kogustega võib kahjustada inimeste tervist. Tsingitud terast saab hõlpsasti ringlusse võtta koos muude terasejäätmega. Tsink lendub protsessi varajases staadiumis ja kogutakse kokku tolmana, mis seejärel võetakse ringlusse spetsiaalsetes rajatistes. Sageli tagastatakse tsink rafineerimiseks. Alumiinium sobib hästi ringlussevõtmiseks, kuna 100% materjalist saab regenereerida. Kasutatud alumiiniumi

ümbersulatamine säästab kuni 95% energiast, mis kulub esmaseks tootmiseks ja vähendab boksiidi kaevandamise keskkonnamõju. Metallitootmine vajab palju energiat. Alumiiniumitootmine vajab kilogrammi kohta energiat kaheksa korda rohkem kui terase tootmine, kuna alumiiniumitootmine on palju keerulisem ja rohkemate etappidega kui terase tootmine. Seetõttu tuleks plekist ventilatsioonitorude valimisel eelistada ringlussevõetud materjali.

Klaaskiudtorud on hõlpsasti käideldavad, neid saab paigaldada kitsastesse kohtadesse ja need on laialdaselt kättesaadavad. Klaaskiul on sisemine kate, mis takistab läbi kanalite liikuva õhu vahetut kokkupuudet kiududega, mille vabanemine võib olla ohtlik. See on väga hallituskindel, mis teeb sellest ideaalse variandi soojemas kliimas olevate hoonete jaoks, kus niiskus võib tekitada probleeme. Klaaskiudtorud vajavad klaaskiust ümbrise tõttu puhastamist. Klaaskiud on väikestest klaasiosakestest valmistatud sünteetiline kiud. Klaaskiud on ärritava toimega. Üldjuhul ärritavad nahka jämedad kiud, mida leidub ehitusmaterjalides. Klaaskiud võib ärritada ka silmi ja kõri. Materjal on eriti ohtlik sissehingamisel ja süvendab astmasüмптоomeid. Pikaajalist kokkupuudet klaaskiududega seostatakse kopsuhaigustega. Klaaskiust tooted on vastupidavad ja on väga pika tööeaga. Klaaskiudu ei saa ringlusse võtta, kuna jahvatamine ja purustamine hävitab suurema osa klaaskiududest, mistõttu väheneb drastiliselt klaaskiutugevus, vastupidavus, osakeste suurus ja edasine kasutatavus. Klaaskiutootmiseks sobimatuid jääke saab edaspidi ikkagi kasutada tehispuidu, tsemendi või asfaldi täitematerjalina. Klaaskiud on hea soojus- ja heliisolaator. Kahjuks vajab klaaskiutootmine palju energiat.

Laialdaselt kasutatakse plastidest, näiteks polüvinüülkloriidist (PVC) või vahtpolüpropüleenist (EPP) valmistatud ventilatsioonisüsteeme. Plasttorustik on hea soojusisolaator, energiatõhus, lihtsalt paigaldatav, õhutihe ja lekkekindel, kergekaaluline, mitmekülgne ja väldib hallituse teket. PVC ei ole mürgine, kuid see sisaldab keemilisi lisandeid, nt ftalaate, pliidi ja kaadmiumi, mis võivad olla mürgised. Aja jooksul võivad mürgised lisandid leostuda või auruda siseõhku või kui PVC satub prügilasse, siis ka keskkonda. EPP on suhteliselt püsiv ja üldiselt peetakse seda ohutumaks. Nii PVC kui ka EPP on täielikult ringlussevõetavad. Materjali tootmisega võrreldes on ringlussevõtmise süsinikujalajalg märkimisväärselt väiksem. Suuremat osa PVC-d saab võtta ringlusse kuus kuni seitse korda. Sellele vaa-

tamata jäävad kahjulikud lisandid PVC ringlussevõtmisel ikkagi alles ja segavad muude plastide ringlussevõtmist. PVC vajab rohkem energiat ja tekitab rohkem CO₂ heidet kui teised plastid, mistõttu selle tootmine aitab oluliselt kaasa globaalsele soojenemisele. Kokkuvõttes tuleks plastist ventilatsioonisüsteemide valimisel eelistada vahtpolüpropüleenit.

Elektrisüsteemid

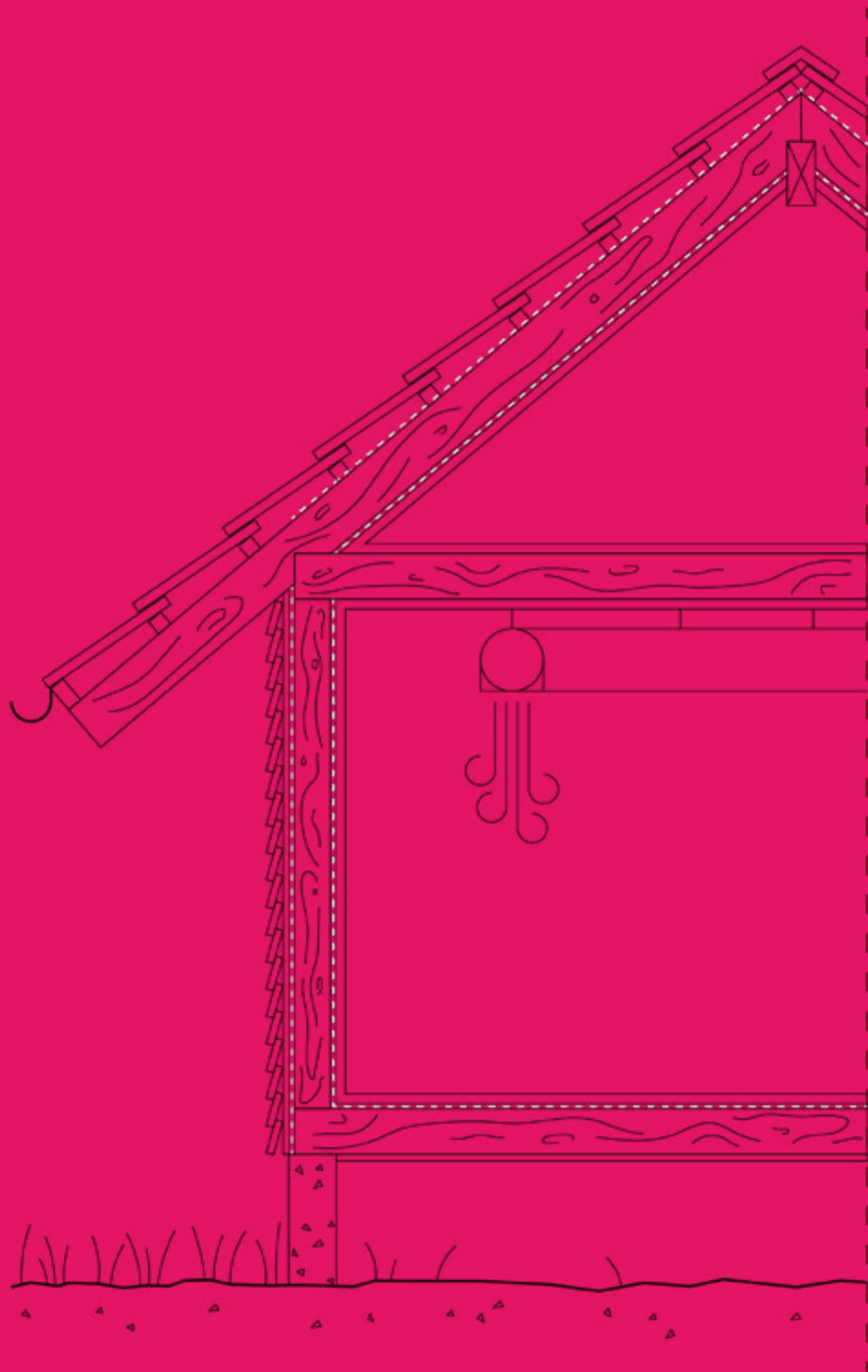
Hoonete elektrisüsteem koosneb paljudest komponentidest, näiteks juhtmetest, valgustitest ja seadmetest. Valgustus tekitab suure osa hoonete energiavajadusest. Uute energiatõhusate tehnoloogiate väljatöötamine võimaldab säästa energiat ja vähendab energia tarbimise keskkonnamõju. Nutikate koduste energiasüsteemide (nutijuhtimise ja -andurite) kombineerimine tõhusate valgustitega võimaldab kodude ja kontorite energiakulu märkimisväärselt vähendamist. Kõige tavalisemad energiatõhusad valgustid on kompaktluminofoorlambid, halogeenhõõglambid ja valgusdiodid (leedid). Iga kompaktluminofoorlamp võib sisaldada 4–5 mg elavhõbedat. Kompaktluminofoorlampi purunemisel võib gaasina eralduda väike elavhõbedakogus, mis saastab ümbritsevat keskkonda. Luminofoorlampe saab ringlusse võtta spetsiaalsete masinatega, mis eraldavad elavhõbedat ning purustavad alumiiniumotsakud ja klaaskesta. Elavhõbedat saab taaskasutada uutes valgustites või toodetes, nt termostaatides.

Halogeenhõõglambid ei sisalda mürgiseid aineid ja neid saab võtta ringlusse. Samas tarbivad need rohkem energiat ja tekitavad seega rohkem kasvuhoo- negaaside heidet kui kompaktluminofoorlambid ja leedvalgustid ning on lühema kasutuseaga, mistõttu neid tuleb sagedamini vahetada.

Valgusdiodid ei sisalda keskkonnale ega tervisele ohtlikke kemikaale. Valgusdiodid on tõhusad, kauakestvad ja vajavad vähe hooldust. Tänu pikale tööeale tuleb neid harvem vahetada ja kasutuselt kõrvaldada, mistõttu saab toota vähem valgusteid. Need sisaldavad palju kasulikke elemente, nt galliumi. Valgusdioode saab ringlusse võtta, kuid nagu teistegi väga integreeritud elektroonikatoodete korral pole ringlussevõtmine lihtne ülesanne. Tänu energiatõhususele on leedvalgustitega seotud kasvuhoo- negaaside heide tunduvalt väiksem (umbes 80%) kui tavaliste hõõglampide või kompaktluminofoorlampide korral.

Kokkuvõttes tuleks mürgisust, ringlussevõetavust ja kliimaneutraalsuse aspekte arvestades eelistada leedvalgusteid kasutavaid elektrisüsteeme.

Õhu- ja aurutõkked



Membraanid toimivad seinte, katusevildi ja ära-voolupindade aurutõketena ning neid kasutatakse niiskuse, gaaside või osakeste läbi pinna tungimise vältimiseks või piiramiseks. Aurutõkked võivad olla üliolulised hoone vastupidavuse ja ohutuse tagamisel.

Sõltuvalt konkreetsest eesmärgist ja kasutusala- kasutatakse aurutõketena mitmesuguseid mater- jale. Aurutõkked paigaldatakse sageli soojusisolat- siooni soojale küljele, et vältida niiskuse ülekan- net soojustuse sisse ja selle tõhususe vähenemist. Tihedaks ehitatud hoonetele, mille tarindid on kor- ralikult isoleeritud ja õhutihedad, võivad kasu tuua aurutõkked, mis tagavad, et siseruumide niiskus ei jää hoonesse ega põhjusta probleeme.

Piisav ventilatsioon vähendab mõnikord vajadust aurutõkete järele, kuna laseb niiskusel hoonest lah- kuda. Kohane ventilatsioonistrateegia võib töötada koos aurutõketega või neid asendada. Soojas ja niiskes kliimas, kus peamine eesmärk on takistada niiskuse sisenemist hoonesse, võivad auruaeglus- tid (materjalid, mis lasevad veidi niiskust läbi) olla kohasemad kui traditsioonilised aurutõkked.

Plastkile on õhuke polümeerimaterjalist paan. Pak- semaid plastmaterjale nimetatakse sageli plaati- deks. Näiteks polüetüleenist või polüpropüleenist valmistatud plastkiled või -plaadid on tavalised materjalid, mida kasutatakse betoonplaatide all olevate niiskustõketena või seinte või katuste auru- tõketena. Neid kasutatakse ka ehitamise ajal konst- ruksioonimaterjale, isolatsiooni ja muid kom- ponente kaitsva kaitsemähisena. Plastkilede ja -plaatide kasutamine niiskus- või aurutõketena vähendab hoone kütmiseks ja jahutamiseks vaja- likku energiakogust ning vähendab hoone omaniku kulusid.

Plastkilede ja -plaatide tootmine on energiatõhus ja vähendab suuresti kasvuhoonegaaside heidet. Plastkiled ja -plaadid sisaldavad ka kemikaale ja aineid (mikroplaste), mis võivad kahjustada inim- tervist ja looduskeskkonda. Plastkilede ja -plaatide ringlussevõtmine on raske, kuna plastitüüpe on tohutult palju. Ringlussevõetud plast võib asen- dada uute plastmaterjalide toorainet, mida val- mistatakse naftast. Ringlussevõtuks sobimatu plast suunatakse energia taaskasutamisele põletami- sega.

Bituumenhüdroisolatsioon on niiskusisolatsiooniks sobiv ehitusmaterjal eelkõige ülemiste ja alumiste korruste puitseinte jaoks. Bituumen ja bituumen- hüdroisolatsioon on pika kasutuseaga, mis teeb

need kõige kestlikumaks katusekattematerjaliks. Bituumen ja bituumenhüdroisolatsioon on ka hea ilmastikukindlusega ning neid saab probleemideta paigaldada kõikides kliimavöötmes ja igal aasta- ajal.

Tavakasutusel ei eralda bituumenhüdroisolat- sioon kasutusea jooksul kahjulikke aineid, kuid võib põhjustada nii loodus- kui ka sisekeskkonna saastumist, kui membraani kuumutatakse bituu- meni veeldumiseni. Bituumenhüdroisolatsiooni tootmine tekitab kasvuhoonegaase, kuna toimub naftaõli rafineerimine. Bituumenhüdroisolatsiooni ringlussevõtt vajab samu etappe, mis uue bituu- meni tootmine: alusmembraan muutub töödel- davaks alles pärast kuumutamist või lahjendamist. Praegu on bituumenhüdroisolatsiooni kasutamine asfalditööstuses ainus tööstuslikus mahus toimiv ringlussevõtumeetod.

Aurutõkkepaberit kasutatakse aurust tekkinud niiskuse isolatsiooni või tarindite sisse tungimise vältimiseks. Seda kasutatakse sageli katuse- ja sei- nakonstruktsioonide jaoks. Aurutõkkepaber on val- mistatud jõupaberist ja sobivast kattematerjalist. Kattematerjal võib olla plasti-, metalli- või bituu- menipõhine.

Tavakasutusel ei eralda aurutõkkepaber kahjulikke aineid. Loodus- või sisekeskkond saastub ainult bituumen- või plastkattega paberi kuumutamisel, kui bituumen või plast veeldub või süttib. Aurutõk- kepaberi tootmine on energiatõhus ja tekitab kas- vuhoonegaase. Aurutõkkepaberi ringlussevõtmise viis sõltub tugevalt kasutatavast kattematerjalist. Plastkattega aurutõkkepaberi saab ringlusse võtta paber- või pappmaterjalina. Metall- või bituumen- kattega aurutõkkepaberid pole ringlussevõetavad ja tüüpiliselt kasutatakse neid energia tootmiseks. Kummimembraane kasutatakse veekindla kihina eelkõige niisketes kohtades, näiteks vannituba- des ja keldrites. Sünteetilist kummi kasutatakse laialdaselt ka katuse hüdroisolatsioonina. Loodus- lik kautšuk ei ole mürgine ega sisalda kahjulikke aineid, samas on sünteetiline kumm naftast ja maagaasist saadud koostisainete segu.

Loodusliku kautšuki kliimamõju tuleneb peamiselt masinate kasutamisest, transpordist, töötlemisest ning pestitsiidide ja herbitsiidide kasutamisest. Sünteetilise kummi puhastamine nõuab palju ener- giat ja tekitab kasvuhoonegaase. Looduslik kautšuk on biolagunev ja laguneb aja jooksul. Olulusringi lõpus materjal tavaliselt põletatakse energia taas- kasutamiseks. Sünteetilise kummi jäägid saab

4 Membraanid

muundada toorõliks ja söematerjaliks, mis on olulised energia saamiseks kasutatava kütuse ja söe tootmisel. Peenestamine ja pulbriks jahvatamine ning taastootmine on veel üks võimalus sünteetiliste kummimembraanide taaskasutamiseks.

Niiskusega kokkupuutuvad pinnad (näiteks keldri- või vannitoaseinad) saab katta spetsiaalsete niiskuskindlate värvidega. Niiskuskindlad värvid on saadaval mitmesugusel kujul alates värvi alla kantavatest kruntidest kuni emulsioonideni, millele on lisatud niiskuse eest kaitsvaid koostisosi. Niiskuskindlad värvid ei tohiks sisaldada kemikaale, mis võivad kahjustada inimeste tervist või keskkonda. Niiskuskindlate värvide tootmine ei vaja palju energiat. Niiskuskindlate värvijääkide (värskel ja vedelal kujul) ringlussevõtmine pole korralikult organiseeritud ja need tuleb kasutuselt kõrvaldada ohtlike jäätmetena.

5 Ehitusmaterjalides leiduvad kemikaalid

Selles peatükis on esitatud kemikaalid, mida leidub mitmesugustes ehitusmaterjalides, ning nendega seotud tervise- ja keskkonnaprobleemid.



Ftalaadid

Ftalaadid on rühm kemikaale, mida tavaliselt kasutatakse plastifikaatoritena. Neid lisatakse polümeeridele (plastidele) või teistele kemikaalidele soovitud omaduste (nt painduvuse, elastsuse ja vastupidavuse) saamiseks. Ftalaate kasutatakse eelkõige PVC-plastide plastifitseerimiseks. Ftalaadid ei seonu materjalidega, millele neid on lisatud. Seetõttu satuvad nad aja jooksul keskkonda ja võivad mõjuda kahjulikult.

Leidumine materjalides ja toodetes

PVC-põrandakattematerjalid (sünteesiline linoleum, PVC-plaadid), PVC-katusekattematerjalid (lamekatustele), PVC-kaablid, PVC-vaibad, PVC-aknad ja-uksed, PVC-rennid, -katted, -tihendusmaterjalid jpt. (Wahlstrom, 2019; Afshari, 2004)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

DEHP di(2-etüül-heksüül)ftalaat, DiNP (diisononüülftalaat), DiDP (diisodetsüülftalaat), DiBP (diisobutüülftalaat), DNOP (di-n-oktüülftalaat) jne. Väiksema molekulmassiga ftalaadid: BBP (bensüülbutüülftalaat), DBP (dibutüülftalaat), DEP (dietüülftalaat) jne.

Paljusid neid ühendeid on minevikus ulatuslikult kasutatud, kuid need on nüüd asendatud. Mõned tavaliselt kasutatavad asendusvariandid: DINCH (1,2-tsükloheksaan-dikarboksüülhappe diisononüülester), ATBC (atsetüültributüülsitraat) jne.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Ehkki ftalaadid lagunevad keskkonnas hõlpsasti, esineb neid palju. Paljude kirjan-
dusallikate järgi on tavaliselt kasutatavate ftalaatide enamik kas teadaolevalt või arvatavasti reproduktiivtoksilised, endokriinfunktsiooni kahjustavad ja võivad mõjuda ka muul viisil kahjulikult. Näiteks Euroopa Kemikaaliamet ühtlustatud klassifikatsiooni kohaselt klassifitseeritakse DEHP reproduktiivtoksilisuse kategooriasse 1B. Ftalaadid BBP, DEHP ja DBP on mürgised kaladele ja veeselgrootutele ning on immuuntoksilised, neurotoksilised, genotoksilised, endokriinfunktsiooni ja ainevahetust kahjustavad ning arengutoksilised (Baloyi et al., 2021).

Inimesed puutuvad ftalaatidega kokku peamiselt tarbekaupade, sealhulgas kangaste, kosmeetika, toidupakendite ja mänguasjade (Schettler et al., 2006), aga ka ehitusmaterjalide kaudu. Lenduvad ftalaadid (BBP, DMP, DEP, DBP) võivad eralduda siseõhku ja põhjustada kokkupuudet (Lin et al., 2021). Põrandakattematerjalides ja muudes majapidamisesemetes olevad ftalaadid seonduvad ka tolmu-
ga ning see on oluline kokkupuuteviis väikelaste (Carlstedt et al., 2012) ja laste jaoks. Siseroomide tolmus olevaid ftalaate on seotud lastele avalduvate allergeensete ja muude kahjulike tervisemõjudega (Bornehag et al., 2005).

Lisateavet ftalaatide ja nende tervisemõjude kohta võib leida inimeste bioseireprojekti European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EUR) veebilehelt www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2021/12/Factsheet_Phthalates.pdf

PFAS-id

Per- ja polüfluoritud alküülühendid on polümeersete ja mittepolümeersete kemikaalide rühm, millesse kuulub üle 10 000 ühendi. Rühma saab jagada mitmeks alamrühmaks (US-EPA, 2021).

- F-gaasid: fluoritud gaasid, millel on suur globaalse soojenemise potentsiaal.
- Fluoropolümeerid: fluoritud monomeeridest valmistatud polümeerid (plastid).
- „Klassikalised“ PFAS-id ja nende lähteained (sarnanevad PFOA ja PFOS-iga): ained, mis põhjustavad enim keskkonna- ja terviseprobleeme ning mida käsitletakse allpool.

PFAS-e kasutatakse laialdaselt mitmesugustes tööstuslikes ja tehnilistes rakendustes ning tarbekaupade tootmisel, kuna neil on palju kasulikke omadusi. PFAS-id võivad anda pinnale kasulikke omadusi: nad võivad olla vetthülgavad, veekindlad, rasva-, pleki- ja mustusekindlad jne. Mõned PFAS-id taluvad kuumust, kiirgust ja ilmastiku toimet ning on keemiliselt inertsed. Nende omaduste tõttu kasutatakse neid tavaliselt pindade töötlemisel, tööstusprotsessides ja paljudes teistes rakendustes.

Leidumine materjalides ja toodetes

Tekstiilmaterjalid, sealhulgas vaibad ja polstrid, puitplaadid, OSB- ja puitlaastplaadid, puitsoojustus, elektri- ja elektroonikaseadmed, vastupidav linoleum, lamineeritud plastpõrandakatted, plasttorud, soojustusmaterjalid, alumiiniumfooliumsoojustus, montaaživahud, siseruumi- ja välisvärvid, krohv, pinnakattevahendid, tihendusained, ehituskile. PFAS-idega võivad saastuda ka ringlussevõetavad materjalid (Janousek et al., 2019; Bečanova et al., 2016)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid:

perfluoroalküülkarboksüülhapped (PFOA, PFHxA, PFHpA, PFPA jne), perfluoroalkaansulfoonhapped (PFOS, PFHxS, PFHpS, PFBS), perfluoroalkaansulfoonamiidid, (FASA), fluortelomeer-alkoholid, (FTOH), fluortelomeer-karboksüülhapped (FTCA), fluortelomeer-sulfoonhapped (FTSA), perfluoroalkaan-sulfoonamiidühendid, per- ja polüfluoroalküüleeterhapped (PFEA-d), per- ja polüfluoritud alküülfosfaadid jne.

Praegu on PFOS-ide, PFOA-de ja PFHxS-ide tootmine ja kasutamine Stockholmi konventsiooniga üle maailma keelatud. Arutatakse kõigi PFAS-ide keelustamist EL-is. substitution-perfluores.ineris.fr/sites/substitution-perfluores/files/documents/fact_cards_of_major_groups_of_per_and_polyfluoroalkyl_substances_pfas_ocde_2022.pdf

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Väga tugeva süsinik-fluor-sideme tõttu on PFAS-id väga vastupidavad lagunemisele. Püsivuse tõttu keskkonnas nimetatakse neid „igavesteks kemikaalideks“. Seetõttu suureneb PFAS-ide sisaldus keskkonnas jätkuvalt. Lisaks on mõned PFAS-id liikuvad ühendid. See tähendab, et nad kanduvad edasi ja jaotuvad üle kogu maakera, liiguvad edasi pinnavee, põhjavee ja tolmuuga ning võivad jõuda lähtekohast väga kaugele. Lisaks sellele, et mõned PFAS-id on liikuvad, on mõned ka bioakumuleeruvad, mis tähendab seda, et PFAS-ide sisaldus organismides suureneb aja jooksul. See toob kaasa biokontsentratsiooni toiduahelates, mis kahjustab eelkõige vesikeskkonda (Burkhard, 2021). Paljud PFAS-id on ka mürgised ning kahjustavad tervist ja keskkonda. Mõnesid PFAS-e (perfluoroalküülkarboksüülhappeid ja perfluoroalküülsulfoonhappeid) on põhjalikult uuritud ja on näidatud, et neil võib olla üks või mitu järgmist toimet: endokriinfunktsiooni kahjustamine, reproduktiivtoksilisus, kantserogeensus ja muud kroonilised mõjud. Paljude teiste PFAS-ide toksikoloogilisi profile pole piisavalt uuritud, kuid kahtlustatakse, et paljudel neist on samasugune

toime. Igal juhul iseloomustab põhiprobleem – püsivus – kogu PFAS-ide rühma. (Sinclair et al., 2020; ATSDR, 2021; Brunn et al., 2023)

Inimeste kokkupuude PFAS-idega toimub peamiselt toidu kaudu, kuid ka siseruumide tolmu sissehingamisel ja allaneelamisel. Tolmuosakesed seovad majapidamisesemetest (kangastest, mööblist, plastesemetest, ehitusmaterjalidest ja pinnakatetest) eralduvaid PFAS-e, mistõttu tolm on oluline kokkupuuteviis. Muud kokkupuuteallikad on isikliku hügieeni tooted ja kosmeetika, toit jne. (Silva et al., 2020)

Lisateavet PFAS-ide ja nende tervise mõjude kohta võib leida inimeste bioseireprojekti European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EUR) veebilehelt www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004565351631147X en.europe.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-023-00721-8

Broomitud leegiaeglustid

www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2021/11/Factsheet_PFAS.pdf Brominated flame retardants

Broomitud leegiaeglustid (brominated flame retardants, BFR-id) on rühm orgaanilisi ühendeid, milles on vähemalt üks broomiaatom. Neid lisatakse mitmesugustele toodetele ja materjalidele nende süttivuse vähendamiseks ja tule leviku aeglustamiseks. Paljud BFR-id on bioakumuleeruvad ja mürgised, mistõttu kõige kahjulikumate ühendite kasutamist on keelatud ja piiratud.

Leidumine materjalides ja toodetes

Polüstüreen, vahtpolüstüreen, ekstrudeeritud polüstüreen, elastomeervahud, soojustusmaterjalid, linoleum, laminaatpõrandakatted, polüakrülaat, puitkiud- ja puitlaastplaadid, OSB-plaadid, tihendusained, värvid, kipsplaadid, krohv, vaibad ja kangad, kiled, isolatsioonikiled, ehituskiled, kliimaseadmete foolium, liimid ja tihendusmaterjalid. Ringlussevõetud materjalid võivad sisaldada praeguseks keelatud BFR-e (Zuiderveen et al., 2020; Vojta et al., 2017)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

Ajalooliselt on enimkasutatud BFR-id olnud polübroomitud difenüüleetrid (PBDE-ed) ja heksabromotsüklododekaan (HBCDD). Nende kasutamine keelati EL-i püsivate orgaaniliste saasteainete määrusega. Ehkki keelatud BFR-id on suures osas asendatud fosfororgaaniliste leegiaeglustitega (organophosphate flame retardants; OPFR-idega), on kasutamispiranguteta BFR-id tänase päevani turul. Praegu kasutatavad BFR-id on näiteks tetrabromobisfenool A (TBBPA), broomitud ftalaadid ja broomitud alkoholid (Sharkey et al., 2020; ECHA 2023)

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

PBDE-d ja HBCDD-d on püsivad, liikuvad, mürgised ja bioakumuleeruvad kemikaalid. Paljud praegu turul olevad BFR-id on teadaolevalt või arvatavalt kantserogeen- sed, mutageensed ja/või endokriinfunktsiooni kahjustavad. Euroopa Liidus on aro- maatsed BFR-id, näiteks TBBPA ja broomitud ftalaadid, arvatava terviseohtlikkuse tõttu kantud kandidaatainete loetelusse.

Püsivuse ja suurtes kogustes kasutamise tõttu on nende suuri sisaldusi keskkonnas leitud kogu maailmas vaatamata nende ühendite tootmis- ja kasutamispirangu- tele. Mõned BDE-d on liikuvad ja suudavad atmosfääris kaugele edasi kanduda, nii et neid on leitud Arktikas ja muudel äärealadel. (Moller et al., 2011)

Kuna BFR-id pole seondunud lähtematerjaliga, vabanevad nad kergesti ehitusma- terjalidest ning elektroonika- ja elektriseadmetest. inimeste jaoks on olulisemad

kokkupuuteviisid toidu (BDE-d akumulatuuruvad toiduahelas), siseõhu ja tolmu sissehingamise ning allaneelamise kaudu. Tolmu allaneelamine on oluline kokkupuuteviis laste ja väikelaste jaoks, keda BFR-ide negatiivne tervisemõju eriti haavab. (Linares et al., 2015; Frederiksen et al., 2008)

Lisateavet leegiaeglustite ja nende tervisemõjude kohta võib leida inimeste bioseireprojekti European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EUR) veebilehelt www.hbm4eu.eu/infographics/flame-retardants/

Fosfororgaanilised leegiaeglustid (OPFR-id)

OPFR-id on leegiaeglusti omadustega ja neid kasutatakse järjest rohkem kasutuspiirangutega broomitud leegiaeglustite asemel. Neid kasutatakse kas pinnatöötlusteks või mitmesuguste materjalide, sh ehitusmaterjalide koostises, et vähendada nende süttivust ja aeglustada põlemist vastavalt õigusaktide ja ehitusnormide nõuetele. OPFR-e kasutatakse sageli ka plastifikaatoritena. Nad ei moodusta keemilist sidet nende toodetega, millele neid lisatakse. Seetõttu satuvad nad keskkonda. OPFR-id on järjest rohkem esilekerkiv probleem, sest neid on leitud nii sisekeskkonnas kui ka veekogudes. Mõnesid OPFR-e on leitud ka inimestes.

Leidumine materjalides ja toodetes

PVC-plastid, polüuretaan- (PUR-) ja polüisotsüanuraat- (PIR-) materjalid, PUR-vaht ja -pritsvaht, mööbel, kangad, elektroonikaseadmed. OPFR-e kasutatakse ka põrandapoleerimisvahendite, pinnakattevahendite, tehniliste termoplastide ja epoksüvaikude plastifikaatoritena. (Chupeau et al., 2020; Yang et al., 2019)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

OPFR-id on fosforhappe orgaanilised alküül- või arüülestrid. Nad võivad olla halogeenitud või halogeenimata. OPFR-e on kümneid ja neid saab jagada viide suuremass rühma:

- alifaatsed,
- broomitud alifaatsed,
- klooritud alifaatsed,
- aromaatsed-alifaatsed ning
- aromaatsed fosfaadid.

Kõige tavalisemad individuaalsed ühendid on: TCEP, TCIPP, TDCIPP, TMP, TEP, TPP, TIBP, TNBP, TBOEP, TEHP, EHDPP, TPHP, TMPP.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Eri OPFR-idel on erinev kahjulik mõju. Üldiselt on andmed paljude ühendite kohta väga lünklikud. OPFR-e on seostatud järgmiste kahjulike mõjudega: neurotoksilisus, arengutoksilisus inimestele ja loomadele, sigimisfunktsiooni kahjustused, endokriinfunktsiooni kahjustamine, kantserogeensus ning ka bioakumulatsioon ja püsivus keskkonnas (Yang et al., 2019; Abou-Donia et al., 2016). OPFR-id on üldiselt vähempüsivamad ja-bioakumulatuuruvad kui PBDE-d, kuid laialdasel kasutamisel on OPFR-ide sisaldus keskkonnas isegi suurem kui PBDE-del (Blum et al., 2019). OPFR-id on üldlevinud saasteained, mida tavaliselt leitakse mitmesugustes keskkonnamatriksites, sealhulgas atmosfääris, pinnavees, siseõhus, tolmus, setetes, pinnases ja mitmesugustes bioloogilistes matriksites. (Pantelaki et al., 2018) Inimesed puutuvad OPFR-idega laialdaselt kokku näiteks naha kaudu, allaneelamisel ja sissehingamisel. Mõnesid OPFR-e on sageli leitud inimeste uriinis. On näidatud, et inimestel on oluline kokkupuuteviis tolmuosakeste tahtmatu allaneelamine ja imendumine naha kaudu. (Yang et al., 2019)

Lisateavet leegiaeglustite ja nende tervisemõjude kohta võib leida inimeste bioseireprojekti European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EUR) veebilehelt hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2021/11/Factsheet_Flame-retardants.pdf

Bisfenoolid

Bisfenoolid on rühm kemikaale, millest kõige tuntum on bisfenool A (BPA). BPA ja BPA asendamiseks kasutatavad sarnased bisfenoolid (nt BPS ja BPF) on polükarbonaatplastide monomeerid, mida kasutatakse epoksüvaigu komponentide saamisreaktsioonis. Neid kasutatakse ka termopaberis ja teiste plastide lisandina. Ehkki bisfenooli kasutatakse peamiselt reagentidena, jäävad reageerimata molekulid valmistootesse ja võivad sattuda nii sise- kui ka väliskeskkonda. Aastas toodetakse bisfenooli väga suures koguses.

Leidumine materjalides ja toodetes

Polükarbonaatplastid (läbipaistvad katuse-, veranda-, talveaia- ja kasvuhoonepaneelid), epoksüvaigud (komposiitpõrandakatted, metallikattevahendid, muud komposiitmaterjalid, raudbetoon, väga kvaliteetsed pinnakattevahendid), PVC-plastid (ja nendest valmistatud tooted), plasttoodete kihid, hüdroisolatsioonimembraanid. (Lamprea et al., 2018).

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

Bisfenool A, bisfenool S, bisfenool F, tetrabromobisfenool A (TBBPA) jt. 2017. aastal tuvastas Rootsi Kemikaaliamet (Kemi) 37 bisfenoolühendit, mis arvatavasti kahjustavad endokriinfunktsiooni (Kemi, 2017). 2021. aastal tuvastas ECHA 148 bisfenooli ja bisfenooliderivaati, mis potentsiaalselt kahjustavad endokriinfunktsiooni (ECHA, 2021).

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Bisfenool A on tõestatud endokriinfunktsiooni kahjustav kemikaal. Ta on reproduktiivtoksiline ja kahjustab inimeste arengut ning tekitab neuroloogilisi häireid. Hiljuti on BPA-d seostatud südame-veresoonkonnakahjustuste, vähktõve, diabeedi ja muude krooniliste haigustega (Khampaya et al., 2020). Samuti kaasnevad paljude bisfenoolidega sarnased probleemid endokriinfunktsiooni kahjustuste, reproduktiivtoksilisuse ja naha sensibiliseerimise, aga ka keskkonnas endokriinfunktsiooni kahjustuste tekkimise ja PBT/vPvB-aine omaduste tõttu (den Braver-Sewradj, 2020). BPA laguneb keskkonnas hõlpsasti, kuid kuna seda kasutatakse ja satub keskkonda väga suurtes kogustes, esineb seda paljudes keskkonnamaatriksites. BPA on kahjulik ka veeorganismidele ja avaldab neile endokriinfunktsiooni kahjustavat ning reproduktiiv- ja arengutoksilist toimet (Canesi et al., 2015).

Bisfenool A satub sisekeskkonda mitmesugustest plastesemetest ja ehitustoodetest. Tavaliselt esineb see olmetolmus, mis on üks peamisi kokkupuuteviise (Konieczna et al., 2015). Ehkki paljusid bisfenooli pole korralikult uuritud, on oodata, et praegu asenduseks kasutatavatel bisfenoolidel (BPS, BPF, BPB jne) on BPA-ga sarnane toksikoloogiline profiil ja neid ei saa pidada ohutumateks asendajateks (ECHA, 2021).

Lisateavet bisfenoolide ja nende tervisemõjude kohta võib leida inimeste bioseireprojekti European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EUR) veebilehelt www.hbm4eu.eu/factsheets/bisphenols/

Metallid

Metalle kasutatakse ehituses laialdaselt mitmesugustel eesmärkidel, näiteks konstruktsioonimaterjalidena või muud liiki ehitusmaterjalidena, sealhulgas katusekattena, seinaviimistlusena ja mitmel muul viisil. Metallsel kujul olevad metallid on vastupidavad, vormitavad ja ringlussevõetavad. Mõned metallisoolad ja muud ühendid on kasutusel keemiatoodete, näiteks pinnakattevahendite lisandina. Metallid võivad esineda ka ehitustoodetes kõrvalainetena või saasteainetena. Eriti probleemsed on niinimetatud „raskmetallid“, mis tüüpiliselt tähendab pliid, elavhõbedat, kaadmiumi, arseeni, kroomi, niklit ning ka vaske ja tsinki.

Leidumine materjalides ja toodetes

Metallist katusekatted, rennid ja vihmaveetorud, aknaraamid, konstruktsioonitalad, toruisolatsioon, plekk ja viimistlusmaterjalid, betoon ja tsement ja pinnakattevahendid. (Wicke et al., 2022; Muller et al., 2019, 2020)

Rühma kuuluvad tüüpilised metallid

Alumiinium (Al), arseen (As), vask (Cu), kroom (Cr), kaadmium (Cd), raud (Fe), elavhõbe (Hg), nikkel (Ni), plii (Pb) ja tsink (Zn) on ehitustoodetes tavalised. Ehitusmaterjalides kasutatakse metalle sageli sulamitena, näiteks terase või messinguna. Metallid, nt plii (Pb) ja kaadmium (Cd) võivad sulamites esineda ka lisandite või kõrvalainetena.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Elutegevuseks mittevajalikud metallid, näiteks plii, elavhõbe ja kaadmium, võivad avaldada toksilist mõju isegi üliväikestes kogustes. Ka elutegevuseks vajalikud metallid, näiteks tsink, on suures kontsentratsioonis mürgised. Metallide tavalised tervisemõjud on näiteks siseelundite kahjustused, oksüdatiivne stress, neurotoksilisus, kantserogeensus ja sigimisprobleemid. Keskkonnamõjud hõlmavad kalade lõpusekahjustusi ja ägedat mürgisust. Ehitusmaterjalides leiduvate raskmetallidega seotud peamised probleemid on tingitud leostumisest keskkonda ja mürgisusest eelkõige vee-elustikule. (Jaishankar et al., 2014)

Inimesed võivad ehitusmaterjalides leiduvate metallidega kokku puutuda peamiselt tolmu ja aurude kaudu. Töötajatel tekib raskmetallidest tingitud kahjustuste oht eelkõige tolmu ja saastunud õhu sissehingamisel. Ka võivad metallid keskkonda leostuda näiteks tugeva vihma ajal metallkatustelt. Nii satuvad metallid viimaks pinnasesse ja vesikeskkonda. (Jaishankar et al., 2014)

Lisateavet metallide ja nende tervisemõjude kohta võib leida inimeste bioseireprojekti European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EUR) veebilehelt
Kaadmium (www.hbm4eu.eu/infographics/cadmium/)
Plii (www.hbm4eu.eu/infographics/lead/)
Kroom (www.hbm4eu.eu/infographics/chromium/)

Klooritud parafiinid

Klooritud parafiine kasutatakse laialt tööstuses, tavaliselt plastifikaatoritena ja leegiaeglustitena, aga ka mitmesuguste keemiatoodete, näiteks värvide, tihendusainete, liimide ja paljude teiste toodete lisandina. Klooritud parafiinid moodustavad suure rühma, kuhu kuuluvad tuhanded mitmesugused kemikaalid, mille toksilisus varieerub. Üle kogu maailma valmistatakse arvukalt klooritud parafiine sisaldavaid tooteid, mis sisaldavad sadadest erineva mürgisusega klooritud parafiinidest koosnevaid segusid. See raskendab klooritud parafiinide analüüsi ja nende ohtlike omaduste täpsemat määramist.

Leidumine materjalides ja toodetes

PVC-plastid, PVC-puitpaneelid, PVC-põrandakatted, mitmesugused plastid, kummist jooksurajad ja mänguväljakud, kummigraanulid, kummist tooted, liimid, tihendusained, värvid, polüuretaanpripsvahud, kloropreenkautšuk (neopreen), kloropreenist vuugithendid, katuste hüdroisolatsioonina kasutatavad kloropreenist elastomeermembraanid.

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

Klooritud parafiinid jagatakse ahela pikkuse järgi kolme rühma: Lühiahelalised klooritud parafiinid (SCCP-d), keskahelalised klooritud parafiinid (MCCP-d), pikaahelalised klooritud parafiinid (LCCP-d).

SCCP-d on Stockholmi konventsiooni ja EL-i püsivate orgaaniliste saasteainete määrase alusel keelatud, mistõttu neid ei tohiks äsjatoodetud ehitusmaterjalides leida. MCCP-d on kantud Euroopa Kemikaali ameti kandidaatainete loetellu. On märkimisväärne, et EL-i määrus lubab SCCP-jääkide esinemist MCCP-de ja LCCP-de segudes.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Klooritud parafiinid on probleemsed PBT- ja vPvB-omaduste tõttu, nad neil on kalduvus toiduahelates bioloogiliselt kontsentreeruda ja nad võivad keskkonda kahjustada ka muul viisil. SCCP-d on kantserogeensed ja ka püsivad, bioakumuleeruvad ja mürgised veeorganismidele. MCCP-sid kasutatakse SCCP-de asendusvariantidena, kuid nad on samuti püsivad ja mürgised veeorganismidele. Suurte tootmismahude tõttu esineb MCCP-sid keskkonnas palju rohkem.

Tavaliselt esinevad klooritud parafiinid siseõhus ja tolmus. Mõnikord on sisaldused suured, sest neid eraldavad mitmesugused tooted ja ehitusmaterjalid. Siseõhu ja tolmu sissehingamine on inimeste peamine kokkupuuteviis klooritud parafiinidega. (Yuan et al., 2021)

Biotsiidid

EL-i biotsiidimäärus määratleb biotsiidi aine või seguna, „mille eesmärk on kahjulike organismide hävitamine, tõrjumine, kahjutuks muutmine, nende toime ärahoidmine või muul viisil nende vastu võitlemine mis tahes muude vahenditega peale puhtfüüsikaliste või-mehhaaniliste toimingute“.

Mikrobioloogilist lagunemist vältivaid biotsiide nimetatakse tavaliselt konservantideks. Neid lisatakse ehitustoodetele või kantakse materjalide pindadele nende lagunemise takistamiseks või mikroorganismide (sammalde, seente, bakterite, vetikate ja samblike) kasvu pärssimiseks hoone pindadel. EL-i biotsiidimääruses on määratletud 22 liiki biotsiide, millest viit kasutatakse ehitusmaterjalides: suletud nõus kasutatavad konservandid (tooteliik 6), pinnakonservandid (tooteliik 7), puidukonservandid (tooteliik 8), kiu, naha ja polümeermaterjalide konservandid (tooteliik 9) ning ehitusmaterjalide konservandid (tooteliik 10).

Enamik biotsiide võivad kahjustada inimesi ja keskkonda, kuna nad on mõeldud elusorganismide mõjutamiseks. Inimeste ja keskkonna tegelik kokkupuude sõltub toote liigist ja kasutamiskohast.

Paljude biotsiidide kasutamist on piiratud nende mürgisuse tõttu. Toodete bakterialse lagunemise vältimiseks on töötatud välja uued vähemkahjulikud konservandid ja ka mittekeemilised vahendid. Näiteks müüakse värve koostisosade seguna, mis segatakse vahetult enne kasutamist. (Muller et al., 2020)

Leidumine materjalides ja toodetes

Veepõhised ehitustooted, näiteks värvid, pinnakattevahendid, tihendusained, lii-

mid. Siin kasutatakse biotsiide toodete säilitamiseks suletud nõus. Biotsiide lisatakse ka toodetele, mis pärast niiskuse imamist on hõlpsasti bioloogiliselt lagundatavad, nagu värvid, pinnakattevahendid, puidust valmistatud materjalid, looduslikest kiududest soojustus ja muud looduslikud või poollooduslikud materjalid. (Muller et al., 2020)

Välistingimustes kasutatavad materjalid

Fassaadivärvid, -krohvid ja muud -kattematerjalid, puitfassaadid, muud välistingimustes kasutatavad puitelemendid, puidu pinnakattevahendid/konservandid, katusvärvid, lamekatuste katted, bituumenpapp, lamekatuste bituumenpapp, katusekivide järeltöötlusvahendid, looduslikust biomassist valmistatud soojustus (Reiß et al., 2021; Yu et al., 2009; Horn et al., 2003)

Sisetingimustes kasutatavad materjalid

Veepõhised värvid ja lakid, eelsegatud (veega) krohvid, veepõhised liimid, tihendusmaterjalid jt.

Tüüpilised biotsiidiklassid ja individuaalsed ühendid

Isotiasolinoonid:

- 5-kloro-2-metüül-2H-isotiasool-3-oon (CIT),
- 2-metüül-2H-isotiasool-3-oon (MIT),
- 1,2-bensisotiasool-3-oon (BIT),
- 2-oktüül-2H-isotiasool-3-oon (OIT),
- 4,5-dikloro-2-oktüül-2H-isotiasool-3-oon (DCOIT)

Karbamaadid:

- karbendasiiim,
- jodopropüünüülbutüülkarbamaat (IPBC).

Fenüülkarbamiidid:

- diuroon,
- isoproturoon.

Triasiinid:

- terbutriin,
- tsübutriin.

Triasoolid:

- propikonasool,
- tebukonasool,
- tiabendasool.

Püretroidid:

- permetriin.

Kvaternaarsed ammooniumiühendid:

- bensalkooniumkloriid,
- didetsüüldimetüülammooniumkloriid.

Muud biotsiidid:

- mekoprop,
- tolüülfluaniid,
- diklofluaniid,
- tsinkpüritioon,
- hõbeda nanoosakesed,
- boor,
- mitmesugused vaseühendid.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

- Isotiasolinoonid on sõltuvalt ühendist erineval määral nahka sensibiliseerivad ja

5 Ohtlikud kemikaalid üldiselt

ägedalt mürgised.

- Karbendasiim on nahka sensibiliseeriv, ägedalt mürgine, mutageenne ja reproduktiivtoksiline.
- 3-jodo-2-propüüülbutüülkarbamaat (IPBC) on nahka sensibiliseeriv, ägedalt mürgine ja Euroopa Kemikaaliamet hindab tema kahjulikkust endokriinfunktsioonile.
- Diuroon ja isoproturoon põhjustavad arvatavasti vähktõbe. Diuroon on ägedalt mürgine.
- Terbutriin ja tsübutriin on nahka sensibiliseerivad, terbutriin on ka ägedalt mürgine ja Euroopa Kemikaaliamet hindab tema kahjulikkust endokriinfunktsioonile.
- Propikonasool on ägedalt mürgine, nahka sensibiliseeriv, reproduktiivtoksiline ja Euroopa Kemikaaliamet hindab tema kahjulikkust endokriinfunktsioonile.
- Tebukonasool on arvatavasti reproduktiivtoksiline ja on ägedalt mürgine.
- Tiabendasool on ohtlik vesikeskkonnale ja tal on pikaajaline toime.
- Permetriin on nahka sensibiliseeriv ja ägedalt mürgine.
- Bensalkooniumkloriid ja didetsüüldimetüülammooniumkloriid söövitavad nahka ja on ägedalt mürgised.
- Mekoprop on nahka ärritav ja ägedalt mürgine.
- Tolüülfluaniid on nahka sensibiliseeriv ja ägedalt mürgine.
- Diklofluaniid on nahka sensibiliseeriv ja ägedalt mürgine.
- Tsinkpüritioon on reproduktiivtoksiline ja ägedalt mürgine.
- Vaseühendid on väga tugevatoimelised biotsiidid ja võivad kahjustada keskkonda.

Kõik ülalnimetatud biotsiidid on ohtlikud vesikeskkonnale.

- Hõbeda nanoosakeste omadused sõltuvad osakeste suurusest. On teada, et nad on erineval määral mürgised, ja on tõendeid nende mürgisusest paljude elundite suhtes (Ferdous et al., 2020). Nad on ka ohtlikud vesikeskkonnale (Fabrega, 2011).
- Booriühendid on probleemsed peamiselt reproduktiivtoksilisuse tõttu.
- Palju probleeme tekitab tööalane kokkupuude biotsiide sisaldavate materjalide pinnalekandmisel. Sisekeskkonnas vabanevad poollenduvad biotsiidid, mida kasutatakse toodete säilitamiseks suletud nõus (nt väikese molekulmassiga isotiasolinoonid), värvide pealekandmise ajal ja veidi aega pärast seda. Värvikihi kaitsmiseks kasutatavad biotsiidid (nt 2-oktüül-2H-isotiasool-3-oon ehk OIT) on vähemlenduvad, kuid võivad ikkagi eralduda sisekeskkonda, ehkki aeglasemalt (Nagorka et al., 2014). Ehitusmaterjalides olevad biotsiidid satuvad äravoolavas vihmavette ja saastavad pinnavett (Paijens et al., 2020; Burkhardt et al., 2007).

Formaldehüüd

Formaldehüüd on iseloomuliku lõhnaga lenduv orgaaniline ühend (LOÜ). Formaldehüüdi kasutatakse ulatuslikult tööstuses. Üks kasutusala on puitkiudplaatide tootmiseks kasutatavate reaktiivvaikude saamine. Formaldehüüd on üks tavalisemaid siseõhu saasteaineid ja seda peetakse üheks teguriks, mis tekitab „haige hoone sündroomi“ (Sahlberg et al., 2013).

Leidumine materjalides ja toodetes

Vineer, puidust (või muust materjalist) kiudplaadid, mille valmistamiseks on kasutatud fenool-formaldehüüd-, melamiin-formaldehüüd-, karbamiid-formaldehüüd- või muid ristsidemetega seotud vaike, laminaadid, muud kiudplaadid ja paneelid. For-

maldehüüdi eraldub ka muudest keemiatoodetest, näiteks formaldehüüdi vabas-tavaid konservante sisaldavatest värvidest. (Halios et al., 2022; Gupta et al., 1982)

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Formaldehüüd on klassifitseeritud kantserogeenseks, arvatavalt ka mutageenseks ja naha sensibilisaatoriks. Lisaks tööalasele kokkupuutele puutuvad inimesed formaldehüüdiga kokku peamiselt siseõhu sissehingamise kaudu. Kokkupuutel tekivad silmade, nina ja hingamisteede ärritus ja ka muud nähud.

Polüaromaatsed süsivesinikud (PAH-id)

PAH-id moodustavad suure rühma, kuhu kuuluvad kemikaalid on üldlevinud ja keskkonnas püsivad. Nad on probleemsed kantserogeensuse tõttu. Polüaromaatseid süsivesinikke ei toodeta kavatsuslikult, vaid need kaasnevad tüüpilisel juhul fossiilsete loodusvaradega, näiteks kivisöe või toornaftaga, aga ka nendest valmistatud toodetega, näiteks bituumeniga. PAH-id moodustuvad ka orgaanilise aine, näiteks kivisöe, naftasaaduste, puidu, aia- ja olmejäätmete põlemisel ning metsatulekahjude ajal. Minevikus kasutati kreosooti (sisaldab umbes 85% PAH-e) puidukonservandina. Nüüdisajal on tema kasutamine Euroopas piiratud (Tukes, 2023).

Leidumine materjalides ja toodetes

Rafineeritud kivisöepigi emulsioonid, asfaldiemulsioonid, kivisöetõrvast/asfaldist sideained, asfaltkumm, ringlussevõetud rehvid, sillutis, asfaltplaadid, bituumenkatusekatted, bituumensindlid, katuse bituuumenvilt, EPDM-katusekattematerjalid, katuse bituumenhüdroisolatsioon, tõrvapapp, bituuumenvärvid, vundamentide bituumenhüdroisolatsioonitooted, kreosoodiga immutatud puit (taaskasutatav ehituspuit, elektripostid, puidust raudteeliiprid). (Buyck et al., 2021; Mahler et al., 2005; Brandt et al., 2001)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

Atsenaften, atsenaftüleen, antratseen, benso[a]antratseen, benso[a]püreen, benso[b]fluoranteen, benso[e]püreen, benso[ghi]perüleen, benso[j]fluoranteen, benso[k]fluoranteen, krüseen, dibenso[a,h]antratseen, fluoranteen, fluoreen, indeeno[1,2,3-cd]püreen, naftaleen, fenantreen, püreen

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Enamik PAH-e on kantserogeensed ja/või mutageensed ja/või reproduktiivtoksiilsed. Mõned PAH-id on püsivad, bioakumuleeruvad ja toksilised (PBT-ained). Kokkupuude PAH-idega võib põhjustada ka naha, silmade ja limaskestade ärritust. Võrreldes teiste PAH-idega on kõige suurem vähirisk benso[e]püreeni korral. On teada, et PAH-id on lipofiilsed, mistõttu nad akumuleeruvad elustikus. PAH-id seonduvad kergesti ka orgaaniliste tahkete osakestega (nt tolmuaga).

PAH-e võib leida linnade sademevee äravoolus. Paljud uuringud on näidanud, et vihmaga leostuvad PAH-ide väga väikesed kogused fossiilkütustest saadud ehitusmaterjalidest (näiteks bituumenkatusekatetest) ja võivad saastata keskkonda (Gasperi et al., 2013). Lisaks on PAH-e leitud ka sisekeskkonnast, kuna nad on üldlevinud ja vabanevad paljudest allikatest (Wang et al., 2021). Inimeste peamine kokkupuude PAH-idega toimub õhu ja tolmu sissehingamisel ning toitumisel (Venkatraman et al., 2024).

Lisateavet PAH-ide ja nende tervisemõjude kohta võib leida inimeste bioseireprojekti European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EUR) veebilehelt www.hbm4eu.eu/infographics/phas/

Polüklooritud bifenüülid (PCB-d)

PCB-d (Polychlorinated biphenyls) on suur rühm väga mürgiseid kloororgaanilisi kemikaale, mida minevikus on laialdaselt kasutatud elektri- ja muudes tööstusseadmetes. Kasutamise näited: dielektrilised õlid, vedelsoojuskandjad, määrdeained jne. PCB-sid on kasutatud ka värvi-, plasti- ja kummiplastifikaatoritena ning muudel ehitusmaterjalidega seotud eesmärkidel.

PCB-de mürgisuse tõttu piirati 1980-ndate keskel väga oluliselt nende tootmist ja kasutamist Euroopas. 2001. aastast on PCB-de tootmine ja kasutamine püsivate orgaaniliste saasteainete Stockholmi konventsiooniga keelatud.

Leidumine materjalides ja toodetes

Vanades hoonetes ja toodetes, näiteks müüritise-, betooni-, ukse- või aknavuukide tihendusmaterjalid, värvid (sise- ja väliskasutuseks), liimid, libisemiskindlad põrandakatted, plastpõrandakatted, kumm, vanad elektri- ja elektroonikaseadmed, valgustite ballastakistid, kondensaatorid, topeltklaasiga aknad, libisemiskindlad põrandad, betoon.

Lisaks võivad vuugitihendites leiduvad PCB-d migreeruda külgnevate poorsete materjalide, näiteks puidu, betooni, mördi ja muude müüritisematerjalide sisse. (US EPA, 2015; Kohler et al 2005)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

PCB-d on kemikaalide rühm, kuhu kuulub 209 üksikut ühendit. Teatud ühendid (analoogid) on teistest mürgisemad. Need on tuntud kui dioksiinitaolised PCB-d, mille hulka kuulub 12 analoogi: PCB 77, PCB 81, PCB 126, PCB 169, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 156, PCB 157, PCB 167 ja PCB 189. Lisaks mõõdetakse PCB-de summaarse sisalduse määramiseks sageli indikaator-PCB-de (ehk mitte-dioksiinitaoliste PCB-de) sisaldus. Need on PCB-d 28, 52, 101, 138, 153 ja 180.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

PCB-d on rühm laialt levinud saasteaineid, mis on keskkonnas püsivad. See tähendab, et need on vastupidavad termilisele, keemilisele ja bioloogilisele lagunemisele. Need bioakumuleeruvad elustikus ja kontsentreeruvad bioloogiliselt toiduahelates. Mõnesid PCB-analooge seostatakse loomade endokriinfunktsiooni ja sigimisvõime kahjustustega. Veel on täheldatud arengutoksilisust, neuroloogilisi kahjustusi, immuunsüsteemi puudulikkust ja maksahaigusi. Dioksiinitaolised PCB-d (ülalolevas nimekirjas) on (arvatavad) kantserogeenid.

Peamine kokkupuuteviis PCB-dega on saastunud toidu, eelkõige Läänemere kala söömine. Teine oluline kokkupuuteviis on vanades PCB-sid sisaldavates hoonetes leiduva saastunud tolmu sissehingamine. Oma püsivuse tõttu on PCB-d isegi tänapäeval olulised jääksaasteained, mida esineb paljudes keskkonnamaatriksites. (Montano et al., 2022)

Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ-d)

LOÜ-d ei sarnane keemiliste omaduste poolest, vaid neil on sarnane füüsikaline omadus: lenduvus toatemperatuuril. LOÜ-d tekitavad ehitusmaterjalide valdkonnas probleeme, sest nad võivad esineda ehitustoodetes ja-materjalides (nt lahustitena või muu koostisosana).

LOÜ-d vabanevad järk-järgult paljudest materjalidest ja saastavad seetõttu pidevalt siseõhku. See võib ohustada elanike või külastajate tervist. LOÜ-d kaovad „allikmaterjalidest“ ja pole enam kahjulikud alles pika aja (kuude või aastate) pärast.

Leidumine materjalides ja toodetes

Pinnakattevahendid, liimid, tihendusained, viimistluskrohv, puidupeitsid, kivi- ja

müüritöötlusvahendid, soojusisolatsioon, mööbel, puidust tooted, puitlaastplaadid, kiudplaadid, kipsplaadid, vineer, orienteeritud kihtidega plaadid (OSB), keskmise tihedusega puitkiudplaadid (MDF), lae- ja põrandakattematerjalid (nt plaadid, PVC, puit), polümeermaterjalid, elektroonikaseadmed jmt.

Kokkuvõttes kuuluvad LOÜ-de hulka värskelt pealekantud pinnakattevahenditest või muudest toodetest eralduvad lahustiaurud, toodetest ja materjalidest eralduvad lahustijäägid, puitkiudplaatidest eralduv formaldehüüd, elektroonikaseadmetest, plastesemetest ja kangastest eralduvad ühendid jne.

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

LOÜ-de uuringus, mis tehti Euroopa elumajades, tuvastati 65 probleemset LOÜ-üksikühendit. Need kuulusid järgmistesse kemikaalirühmadesse: aromaatsed süsivesinikud, alkaanid, aldehüüdid, alifaatsed süsivesinikud, terpeenid, klooritud süsivesinikud, glükoolid ja glükooleetrid, estrid jt. Tuvastatud LOÜ-dest pärines 52 ühendit hoone ja ehitusmaterjalidega seotud allikatest. Kõige rohkem leidis elumajades kaheksat kemikaali (etanooli, formaldehüüdi, tolueeni, limoneeni, heksanaali, α -pineeni, butaani ja atsetooni). (Halios et al., 2022)

Tervise seisukohalt 13 kõige olulisemat ja kõige tavalisemalt mõõdetavat LOÜ-d, mis eralduvad ehitustoodetest (Halios et al., 2022), on toodud lisas olevas tabelis. Selles nimekirjas on ka nende lähtematerjalid.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Peaaegu kõik siseõhus leiduvad 13 kõige tavalisemat LOÜ-d kahjustavad hingamisteid, sealhulgas tekitavad nende ülitundlikkust. Mõned LOÜ-d võivad kahjustada südame-veresoonkonda ja närvisüsteemi ning on ühtlasi kantserogeensed. Üksikasjalisem tabel üksikute LOÜ-de tervisemõjude kohta on esitatud lisas.

Mida halvem on hoone ventilatsioon, seda suurem on LOÜ-de kontsentratsioon ja seda suurem on tõenäosus, et LOÜ-d mõjutavad elanike tervist. (Asikaineine et al. 2016)

Alküülfenootoksülaadid ja alküülfenoolid (AP-d ja APEO-d)

Alküülfenoole kasutatakse peamiselt pindaktiivsete ainetena, emulgaatoritena, dispergaatoritena, märgavate ainetena ja muud liiki lisanditena paljudes tööstusrakendustes, sealhulgas ehitustoodete tootmisel. Alküülfenoole kasutatakse sageli protsessikemikaalidena, kuid nende jäägid võivad jääda lõpptootesse ja sealt vabanedes, eriti siseruumides, põhjustada terviseriske.

Leidumine materjalides ja toodetes

Betoon, katuse bituumenvilt, bituumensindlid, katuse PVC-hüdroisolatsioon, lakitud teras, PVC-rennid, bituumenemulsioonid, elastomeerne bituumenhüdroisolatsioon, polüstüreenis olevad kihid, polüpropüleenis olevad kihid, lakid, värnitsad, värvid (vee- ja õlipõhised), vaigud, PVC-rulood, mitmesugustes polümeerides olevad jäägid, mitmesugused plasttooted. (Muller et al., 2019; Lamprea et al., 2018)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

4-oktüülfenool, 4-nonüülfenool, 4-tert-oktüülfenool, 4-tert-nonüülfenool, 4-n-nonüülfenool, oktüülfenooli mono-, di- ja trietoksülaadid, nonüülfenooli mono-, di- ja trietoksülaadid.

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Alküülfenoolid võivad oluliselt kahjustada inimeste tervist endokriinfunktsiooni kahjustavate omaduste ja võimaliku reproduktiivtoksilisuse tõttu, ka on nad potentsiaalsed närvi- ja immuunsüsteemi kahjustajad. Alküülfenoole on leitud inimese rinnapiimast. (Acir et al., 2018)

Keskkonnas kahjustavad alküülfenoolid endokriinfunktsiooni ja on reproduktiivtoksilised mitte ainult imetajatele ja kaladele, vaid ka teistele liikidele. Kuna alküülfenoolidel on palju varieeruva östrogeense toimega isomeere, on nende kemikaalide üldine mõju väga keeruline. Alküülfenoolid on sõltuvalt kontsentratsioonist ka krooniliselt või ägedalt mürgised (Gautam et al., 2021). Keskkonnas lagunevad alküülfenoolitoksülaadid alküülfenoolideks, mis on mõõdukalt püsivad (setetes rohkem kui vees), bioakumuleeruvad ja on östrogeensed, tuues kaasa ökosüsteemi allakäigu ohu. Alküülfenoolid on leitud puhastusseadmete heitvees ja ka pinnavees üle kogu maailma. On teada, et ehitiste pindadelt äravoolav vihmavesi on samuti alküülfenoolide oluline allikas. (Sharma et al., 2009; Ying et al., 2002)

Inimeste kokkupuude alküülfenoolidega toimub peamiselt sisekeskkonnas mitmesugustest tarbekaupadest ja plasttoodetest, sealhulgas mõnedest ehitusmaterjalidest pärit alküülfenoolidega saastunud õhu ja tolmu sissehingamisel. (Saito et al., 2004; Rudel et al., 2003)

Gaasilised fluoroklorosüsivesinikud (CFC-d) ja gaasilised osaliselt halogeenitud fluoroklorosüsivesinikud (HCFC-d)

Need on osoonikihti kahandavad inertsed ühendid, mida on kasutatud külmutusseadmetes, kliimaseadmetes ja muudes tööstusrakendustes. Mõnel CFC-l on ka suur globaalse soojenemise potentsiaal. Ehitusmaterjalidega seotud valdkondades on CFC-sid/HCFC-sid kasutatud vahtisolatsiooni gaseeriva ainena hoonetes, seadmete (sügavkülmikute ja külmikute) soojusisolatsioonina ning tööstusseadmetes. On hinnatud, et CFC-sid esineb suurtes kogustes ehitus- ja lammutusjäätmes ning ka hoonetes. Ehkki kõige tugevatoimelisemate osoonikihti kahandavate CFC-de kasutamine on pärast 1987. aasta Montreali protokolliga allkirjastamist suuresti vähenenud, on isolatsioonivahtudesse jäänud märkimisväärne CFC-de varu. CFC-d vabanevad aeglaselt materjalidest ja satuva atmosfääri. Nüüdisajal kasutatakse HFC-sid (osaliselt halogeenitud fluorosüsivesinikke) peamiselt CFC-de asendajatena. Need ei ole nii tugevatoimelised osoonikihti kahandajad kui CFC-d või HCFC-d. Sellele vaatamata on piiratud suure globaalse soojenemise potentsiaaliga (üle 150) HFC-de kasutamist vahttoodetes (nt ekstrudeeritud polüstüreenis või vahtpolüstüreenis) ja külmaainetena. (Kjeldsen, 2013; Obernoster et al., 1997; Zhao et al., 2022)

Leidumine materjalides ja toodetes

Soojustusplaadid, vahtplastid, jahutusseadmed ja tuleennetussüsteemid, hoonete soojustusmaterjalid – polüuretaan- (PUR-) ja polüisotsüanuraat- (PIR-) vahud, ekstrudeeritud polüstüreen (XPS) / vahtpolüstüreen (EPS), fenovaht (PF). (Kjeldsen, 2013)

Rühma kuuluvad tüüpilised ühendid

CFC-11, CFC-12, HCFC-141b, HCFC-142b, HCFC-22, HCFC-134a

Tervise- ja keskkonnaprobleemid

Inertsuse tõttu pole selle rühma kemikaalid (öko)toksilised. Sellele vaatamata esinevad märkimisväärsed probleemid CFC-de/HCFC-de osoonikihti kahandavate omaduste tõttu ja mõnel juhul suure globaalse soojenemise potentsiaali tõttu.

Kirjandus

- Abou-Donia, M. B., Salama, M., Elgamal, M., Elkholy, I., & Wang, Q. (2016). Organophosphorus Flame Retardants (OPFR): Neurotoxicity. 2, 1-29. doi:doi.org/10.15436/2378-6841.16.0221.16.022
- Acir, I.-H., & Guenter, K. (2018). Endocrine-disrupting metabolites of alkylphenol ethoxylates – A critical review of analytical methods, environmental occurrences, toxicity, and regulation. 635, 1530-1546. doi:doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.079
- Afshari, A., Gunnarsen, L., Clausen, P. A., & Hansen, V. (2004). Emission of phthalates from PVC and other materials. *Indoor air*, 14(2).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2021). Toxicological Profile of Perfluoroalkyls. U.S. Department of Health and Human Services.
- Asikainen, A., Carrer, P., Kephelopoulou, S., E, d. O., Wargocki, P., & Hänninen, O. (2016). Reducing burden of disease from residential indoor air exposures in Europe (HEALTHVENT project). 15. doi:doi.org/10.1186/s12940-016-0101-8
- Baloyi, N. D., Tekere, M., Maphangwa, K. W., & V, M. (2021). Insights Into the Prevalence and Impacts of Phthalate Esters in Aquatic Ecosystems. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 684190. doi:doi.org/10.3389/fenvs.2021.684190
- Bečanová, J., Melymuk, L., Š, V., Komprdová, K., & J, K. (2016). Screening for perfluoroalkyl acids in consumer products, building materials and wastes. 164, 322-329. doi: doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.112
- Blum, A., Behl, M., Birnbaum, L. S., Diamond, M. L., Phillips, A., Singla, V., . . . M, V. (2019). Organophosphate Ester Flame Retardants: Are They a Regrettable Substitution for Polybrominated Diphenyl Ethers? 6(11), 638-649. doi:doi.org/10.1021/acs.Estlett.9b00582
- Bornehag, C.-G., Lundgren, B., Weschler, C. J., Sigsgaard, T., Hagerberg-Engman, L., & Sundell, J. (2005). Phthalates in Indoor Dust and Their Association with Building Characteristics. 113(10), 1399-1404. doi:doi.org/10.1289/ehp.7809
- Brandt, H. C., & de Groot, P. C. (2001). Aqueous leaching of polycyclic aromatic hydrocarbons from bitumen and asphalt. 35(17), 4200-4207. doi:doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00216-0
- den Braver-Sewradj, S. P., van Spronsen, R., & Hessel, E. V. (2020). Substitution of bisphenol A: a review of the carcinogenicity, reproductive toxicity, and endocrine disruption potential of alternative substances. *Critical reviews in toxicology*, 50(2), 128-147.
- Bringezu, S., Fischer-Kowalski, M., Kleijn, R., & Palm, V. (1997). Regional and National Material Flow Accounting: From Paradigm to Practice of Sustainability. Leiden, Netherlands: Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy.
- Brunn, H., Arnold, G., Körner, W., Rippen, G., Steinhäuser, K. G., & I, V. (2023). PFAS: forever chemicals—persistent, bioaccumulative and mobile. Reviewing the status and the need for their phase out and remediation of contaminated sites. 35, 20. doi: doi.org/10.1186/s12302-023-00721-8
- Burkhard, L. P. (2021). Evaluation of Published Bioconcentration Factor (BCF) and Bioaccumulation Factor (BAF) Data for Per- and Polyfluoroalkyl Substances Across Aquatic Species. 40(6), 1530-1543. doi:doi.org/10.1002/etc.5010
- Burkhardt, M., Kupper, T., Hean, S., Schmid, P., Haag, R., Boller, M., & Rossi, L. (2007, June). Release of biocides from urban areas into aquatic systems. In *Novatech 2007-6ème Conférence sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie/Sixth International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management*. GRAIE, Lyon, France.
- Canesi, L., & Fabbri, E. (2015). Environmental Effects of BPA. 13(3), 1559325815598304. doi:doi.org/10.1177%2F1559325815598304
- Carlstedt, F., G, J. B., & C-G, B. (2012). PVC flooring is related to human uptake of

- phthalates in infants. 23(1), 32-39. doi:doi.org/10.1111/j.1600-0668.2012.00788.x
- Chupeau, Z., Bonvallot, N., Mercier, F., Le Bot, B., Chevrier, C., & Glorennec, P. (2020). Organophosphorus Flame Retardants: A Global Review of Indoor Contamination and Human Exposure in Europe and Epidemiological Evidence. 17, 6713. doi:doi.org/10.3390/ijerph17186713
- De Buyck, P.-J., Olha, M., Dumoulin, A., Rosseau, D. P., & Van Hulle, S. W. (n.d.). Roof runoff contamination: Establishing material-pollutant relationships and material benchmarking based on laboratory leaching tests. 283, 131112. doi:doi.org/10.1016/j.Chemosphere.2021.131112
- van Der Schyff, V., Kalina, J., Govarts, E., Gilles, L., Schoeters, G., Castaño, A., ... & Melymuk, L. (2023). Exposure to flame retardants in European children—Results from the HBM4EU aligned studies. *International journal of hygiene and environmental health*, 247, 114070. doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114070
- European Chemicals Agency, (2021). Assessment of regulatory needs (bisphenols). echa.europa.eu/documents/10162/3448017/GMT_109_Bisphenols_Report_public_23502_en.pdf/1bd5525c-432c-495d-9dab-d7806bf34312?t=1647590013566
- European Chemicals Agency. (2023). Regulatory strategy for flame retardants. Helsinki. doi:DOI: 10.2823/854233
- Fabrega, J., Luoma, S. N., Tyler, C. R., Galloway, T. S., & Lead, J. R. (2011). Silver nanoparticles: behaviour and effects in the aquatic environment. *Environment international*, 37(2), 517-531.
- Ferdous, Z., & Nemmar, A. (2020). Health impact of silver nanoparticles: a review of the biodistribution and toxicity following various routes of exposure. *International journal of molecular sciences*, 21(7), 2375.
- Tukes (Finnish Safety and Chemicals Agency). Use and disposal of creosote-treated wood. [online] [Accessed 4.9.2023] Available from: tukes.fi/en/chemicals/biocides/restrictions-on-the-use-of-creosote
- Gasperi, J., Sebastian, C., Ruban, V., Delamain, M., Percot, S., Wiest, L., . . . Gromaire, M. C. (2013). Micropollutants in urban stormwater: occurrence, concentrations, and atmospheric contributions for a wide range of contaminants in three French catchments. 21, 5267-5281. doi:doi.org/10.1007/s11356-013-2396-0
- Gautam, G. J., & R, C. (2021). Toxic Impact of Alkylphenols on the Fish Reproduction and Endocrine Disruption. 74, 648-659. doi:doi.org/10.1007/s12595-021-00416-z
- Gupta, K. C., Ulsamer, A. G., & Preuss, P. W. (1982). Formaldehyde in indoor air: Sources and toxicity. 8(1-6), 349-358. doi:doi.org/10.1016/0160-4120(82)90049-6
- Halios, C. H., Landeg-Cox, C., Lowther, S. D., Middleton, A., T, M., & S, D. (2022). Chemicals in European residences – Part I: A review of emissions, concentrations and health effects of volatile organic compounds (VOCs). 839, 156201. doi:doi.org/10.1016/j.Scitotenv.2022.156201
- Horn, W., Jann, O., & Wilke, O. (2003). Suitability of small environmental chambers to test the emission of biocides from treated materials into the air. *Atmospheric environment*, 37(39-40), 5477-5483. doi.org/10.1016/j.atmosenv.2003.09.024
- Janousek, R. M., Lebertz, S., & Knepper, T. P. (2019). Previously unidentified sources of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances from building materials and industrial fabrics. 21, 1936-1945. doi:doi.org/10.1039/C9EM00091G
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary toxicology*, 7(2), 60-72.
- Jones, D., & Brischke, C. (2017). Performance of bio-based building materials. Woodhead Publishing.
- KEMI (2017). Rapport 5/17: Bisfenoler – en kartläggning och analys. Kemikalieinspektionen. Artikelnummer: 361 251. www.kemi.se/publikationer/

rapporter/2017/rapport-5-17-bisfenoler---en-kartlaggning-och-analys

Khamphaya, T., Pouyfung, P., Kuraeiad, S., Vattanasit, U., & Yimthiang, S. (2021). Current Aspect of Bisphenol A Toxicology and Its Health Effects. 18(21), 408. doi:doi.Org/10.48048/tis.2021.408

Kjeldsen, P. (2013). Management of C&D waste from generation to final sink- do w forget the volatile harmful substances. Espoo, Finland: 2nd International Conference on Final Sinks.

Kohler, M. T., Zennegg, M., Seiler, C., Minder-Kohler, S., Beck, M., Lienemann, P., . . . Schmid, P. (2005). Joint Sealants: An Overlooked Diffuse Sources of Polychlorinated Biphenyls in Buildings. 39(7), 1967-1973. doi:doi.org/10.1021/es048632z

Konieczna, A., Rutkowska, A., & Rachon, D. J. R. P. Z. H. (2015). Health risk of exposure to Bisphenol A (BPA). *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 66(1).

Lamprea, K., Bressy, A., Mirande-Bret, C., E, C., & Gromaire, M.-C. (2018). Alkylphenol and bisphenol A contamination of urban runoff: an evaluation of the emission potentials of various construction materials and automotive supplies. 25, 21887-21900. doi: doi.org/10.1007/s11356-018-2272-z

Lin, W.-T., C-Y, C., Lee, C.-C., Chen, C.-C., & Lo, S.-C. (2021). Air Phthalate Emitted from Flooring Building Material by the Micro-Chamber Method: Two-Stage Emission Evaluation and Comparison. 9(9), 216. doi:doi.org/10.3390/toxics9090216

Mahler, B. J., Van Metre, P. C., Bashara, T. J., Wilson, J. T., & Johns, D. A. (2005). Parking lot sealcoat: an unrecognized source of urban polycyclic aromatic hydrocarbons. 39(15), 5560-5566. doi:doi.org/10.1021/es0501565

McGrath, T. J., Poma, G., Matsukami, H., Malarvannan, G., Kajiwarra, N., & Covaci, A. (2021). Short-and medium-chain chlorinated paraffins in polyvinylchloride and rubber consumer products and toys purchased on the Belgian market. *International journal of environmental research and public health*, 18(3), 1069. doi.org/10.3390%2Fijerph18031069

Montano, L., Pironi, C., Pinto, G., Ricciardi, M., Buono, A., Brogna, C., . . . O, M. (2022). Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Environment: Occupational and Exposure Events, Effects on Human Health and Fertility. 10(7), 365. doi:doi.org/10.3390/ toxics10070365

Muir, D., Stern, G., & Tomy, G. (2000). Chlorinated paraffins. In O. Hutzinger, & J. Paasivirta, *The Handbook of Environmental Chemistry Volume 3K*. Berlin, Heidelberg: Springer. doi:doi.org/10.1007/3-540-48915-0_8

Müller, A.; Schmahl, V.; Gschrei, St. (2020). Survey on alternatives for in-can preservatives for varnishes, paints and adhesives. Federal Institute for Occupational Safety and Health. Dortmund, Germany. www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Gd103.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2020). The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. 709(20), 136125. doi:doi.org/10.1016/j.Scitotenv.2019.136125

Müller, A., Österlund, H., Nordqvist, K., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). Building surface materials as sources of micropollutants in building runoff: A pilot study. 680, 190-197. doi:doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.088

Möller, A., Xie, Z., Strum, R., & Ebinghaus, R. (2011). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and alternative brominated flame retardants in air and seawater of the European Arctic. 159(6), 1577-1583. doi:doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.054

Nagorka, R., Gleue, C., Scheller, C., Moriske, H. J., & Straff, W. (2015). Isothiazolone emissions from building products. *Indoor Air*, 25(1), 68-78.

Obernosterer, R., & Brunner, P. H. (1997, January). Construction Wastes as the Main Future Source for CFC-Emissions. In *Regional and National Material Flow Accounting: From Paradigm to Practice of Sustainability*. Proceedings of the ConAccount workshop 21-23 January (pp. 281-285). Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy: Leiden,

The Netherlands.

Oliveira, M., Slezakova, K., Delerue-Matos, C., Pereira, M. C., & Morais, S. (2019). Children environmental exposure to particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons and biomonitoring in school environments: A review on indoor and outdoor exposure levels, major sources and health impacts. *Environment international*, 124, 180-204. doi.org/10.1016/j.envint.2018.12.052

Paijens, C., Bressy, A., Frère, B., & Moilleron, R. (2020). Biocide emissions from building materials during wet weather: identification of substances, mechanism of release and transfer to the aquatic environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 3768-3791.

Pantelaki, I., & Voutsas, D. (2019). Organophosphate flame retardants (OPFRs): A review on analytical methods and occurrence in wastewater and aquatic environment. 649, 247-263. doi:doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.286

Reiß, F., Kiefer, N., Noll, M., & Kalkhof, S. (2021). Application, release, ecotoxicological assessment of biocide in building materials and its soil microbial response. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 224, 112707.

Rudel, R. A., E, C. D., Spengler, J. D., Korn, L. R., & Brody, J. G. (2003). Phthalates, Alkylphenols, Pesticides, Polybrominated Diphenyl Ethers, and Other EndocrineDisrupting Compounds in Indoor Air and Dust. 37(20), 4543-4553. doi:doi. Org/10.1021/es0264596

Saito, I., Onuki, A., & H, S. (2004). Indoor air pollution by alkylphenols in Tokyo. 14(5), 325-332. doi:doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00250.x

Salhberg, B., Gunnbjörnsdottir, M., Soon, A., Jogi, R., Gislason, T., Wieslander, G., . . .

Norback, D. (2013). Airborne molds and bacteria, microbial volatile organic compounds (MVOC), plasticizers and formaldehyde in dwellings in three North European cities in relation to sick building syndrome (SBS). 444(1), 433-440. doi:doi.org/10.1016/j.Scitotenv.2012.10.114

Salis, S., Testa, C., Roncada, P., Armorini, S., Rubattu, N., Ferrari, A., ... & Brambilla, G.

(2017). Occurrence of imidacloprid, carbendazim, and other biocides in Italian house dust: potential relevance for intakes in children and pets. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 52(9), 699-709. doi.org/10.1080/03601234.2017.1331675

Schettler, T. (2006). Human exposure to phthalates via consumer products. 29(11), 134-139. doi:doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00567.x

Sharkey, M., Harrad, S., Abdallah, M. A.-E., Drage, D. S., & Berredheim, H. (2020). Phasing-out of legacy brominated flame retardants: The UNEP Stockholm Convention and other legislative action worldwide. 144, 106041. doi:doi.org/10.1016/j. Envint.2020.106041

Sharma, V. K., Anquandah, G. A., Yngard, R. A., H, K., J, F., Bouzek, K. B., . . . D, G. (2009). Nonylphenol, octylphenol, and bisphenol-A in the aquatic environment: A review on occurrence, fate, and treatment. 44, 423-442. doi:doi. Org/10.1080/10934520902719704

De Silva, A. O., Armitage, J. M., Bruton, T. A., Dassuncao, C., Heiger-Bernays, W., Hu, X. C., ... & Sunderland, E. M. (2021). PFAS exposure pathways for humans and wildlife: a synthesis of current knowledge and key gaps in understanding. *Environmental toxicology and chemistry*, 40(3), 631-657.

Sinclair, G. M., Long, S. M., & Jones, O. A. (2020). What are the effects of PFAS exposure at evnrionementally relevant concentrations? 258, 127340. doi:doi.org/10.1016/j. Chemosphere.2020.127340

US EPA. (2015). PCBs in Building Materials- Questions & Answers. Retrieved from www.epa.gov/sites/default/files/2016-03/documents/pcbs_in_building_materials_questions_and_answers.pdf

US EPA. (2021). Multi-Industry Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Study- 2021 Preliminary Report. Washington D.C.

van Mourik, L. M., Gaus, C., Leonards, P. E., & de Boer, J. (2016). Chlorinated paraffins in the environment: A review on their production, fate, levels and trends between 2010 and

2015. 155, 415-428. doi:doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.04.037

Venkatraman, G., Giribabu, N., Mohan, P. S., Muttiah, B., Govindarajan, V. K., Alagiri, M., ... & Karsani, S. A. (2024). Environmental impact and human health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons and remedial strategies: A detailed review. *Chemosphere*, 351, 141227.

Vojta, Š., Bečanová, J., Melymuk, L., Komprdová, K., Kohoutek, J., Kukučka, P., & Klánová, J. (2017). Screening for halogenated flame retardants in European consumer products, building materials and wastes. *Chemosphere*, 168, 457-466.

Wahlström, M., Teittinen, T., Kaartinen, T., & van Cauwenberghe, L. (2019). Hazardous substances in construction products and materials: PARADE. Best practices for Pre-demolition Audits ensuring high quality RAW materials.

Wang, M., S, J., Lee, S. H., Chow, A., & Fang, M. (2021). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor environments are still imposing carcinogenic risk. 409, 124531. doi:doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124531

Wicke, D., Tatis-Muvdi, R., Rouault, P., Zerball-van Baar, P., Dünnbier, U., Rohr, M., & Burkhardt. (2022). Emissions from Building Materials—A Threat to the Environment? 14(3), 303. doi:doi.org/10.3390/w14030303

World Health Organization. (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Chapter 3 – Formaldehyde. www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138711/

WWF. (n.d.). Factsheet: Alkylphenols (octylphenol and nonylphenol isomers). Retrieved 09 04, 2023, from wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/fact_sheet___alkylphenols_food.pdf

Yang, J., Zhao, Y., Li, M., Du, M., Li, X., & Li, Y. (2019). A Review of a Class of Emerging Contaminants: The Classification, Distribution, Intensity of Consumption, Synthesis Routes, Environmental Effects and Expectation of Pollution Abatement to Organophosphate Flame Retardants (OPFRs). 20(12), 2874. doi:doi.org/10.3390/ijms20122874

Yang, Y., Chen, P., Ma, S., Lu, S., Yu, Y., & An, T. (2022). A critical review of human internal exposure and the health risks of organophosphate ester flame retardants and their metabolites. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52(9), 1528-1560. www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389.2020.1859307

Yang, S., Arcanjo, R. B., & A, N. R. (2021). The effects of the phthalate DiNP on reproduction. 104(2), 305-306. doi:doi.org/10.1093/biolre/ioaa201

Ying, G.-G., Williams, B., & Kookana, R. (2002). Environmental fate of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates—a review. 28(3), 215-226. doi:doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00017-X

Yu, C., Crump, D., & Brown, V. (2009). Exposure risk assessment of the emissions of wood preservative chemicals in indoor environments. *CLEAN—Soil, Air, Water*, 37(6), 466-474. doi.org/10.1002/clen.200900046

Yuan, B., Tay, J. H., Padilla-Sánchez, J. P., & Småstuen Haug, L. d. (2021). Human Exposure to Chlorinated Paraffins via Inhalation and Dust Ingestion in a Norwegian Cohort. 55(2), 1145-1154. doi:doi.org/10.1021/acs.est.0c05891

Zhao, J. R., R, Z., Tang, J., J, S. H., & Wang, J. (2022). A mini-review on building insulation materials from perspective of plastic pollution: Current issues and natural fibres as a possible solution. 438, 129449. doi:doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129449

Zhao, J. Y., Zhan, Z. X., Lu, M. J., Tao, F. B., Wu, D., & Gao, H. (2022). A systematic scoping review of epidemiological studies on the association between organophosphate flame retardants and neurotoxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 243, 113973. doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113973

Zuiderveen, E. A., Slootweg, J. C., & de Boer, J. (2020). Novel brominated flame retardants - A review of their occurrence in indoor air, dust, consumer goods and food. 255, 126816. doi:doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126816

5 Andmete väljavõtmine hindamissüsteemist

Rootsi on pikka aega kontrollinud ehituses kasutatavaid kemikaale nii klassifitseerimis- ja märgistuseeskirjade, hindamissüsteemide kui ka hangetel kemikaalidele esitatavate nõuete kaudu. Teabe saamiseks ehituses kasutatavate ja ohtlikke aineid sisaldada võivate tooterühmade kohta võeti andmed Rootsi hindamissüsteemist Byggvarubedomningen. Byggvarubedomningen koosneb ehitustoodete andmebaasist, kus on hinnatud nende kemikaalisisaldust ja olelusringi aspekte, ning logiraamatust. Kemikaalisisaldust hinnatakse tarnijate/tootjate deklaratsioonide põhjal. Andmed saadi juunis 2023 ja need kajastavad sel ajal andmebaasis olnud aineid ja tooteid. Andmete saamise eesmärk oli tuua näiteid toodete kohta, keskendudes selles peatükis varem mainitud ainerühmadele.

Byggvarubedomningeni andmebaasis otsiti 370 valitud ohtlikku kemikaali. Üle 200 aine saadi ehituses kasutatavaid probleemkemikaale käsitlevast uuringust (Huang et al., 2022). Ülejäänud huvipakkuvad ained lisasid NonHazCity 3 projektpartnerid, kes keskendusid selles peatükis mainitud tooterühmadele. See tähendab, et otsiti valitud ohtlikke aineid ja otsingutulemused näitasid, millised tooterühmad võivad neid aineid sisaldada. Tooterühmades on rohkem aineid, kui on tulemustest näha, ja neid aineid võib esineda rohkemates tooterühmades, kui on tulemustes näidatud. Kuna toodete hindamine ja arhiveerimine toimub Byggvarubedomningeni süsteemis pidevalt ja otsing annab hetkeseisu, on otsinguga leitud toodete arv esitatud vahemikena.

Tarnijad hindavad oma tooteid Byggvarubedomningenis vabatahtlikult ja andmebaasis on peaaegu 30 000 ehitustoodet (2023. aasta augusti seisuga). Tarnijad on nii Rootsi kui ka rahvusvahelised ettevõtted ja Byggvarubedomningen hindab tooteid tarnijate esitatud dokumentide põhjal. On oluline märkida, et andmebaasis on hinnatud palju tooteid, kuid ei Rootsi ega Euroopa turg ole täielikult hõlmatud.

Otsingutulemused

Otsinguga leiti Byggvarubedomningeni süsteemist 230 ainet 370-st valitud ainest. Neist 230 ainest kuulub umbes 70 ainet väga ohtlike ainete kandidaatainete loetellu või REACH-i XVII lisa piirangunimekirja.

Ftalaadid

Otsinguga leitud ainetest olid 10 ftalaadid. Kõige sagedamini ftalaate sisaldavad tooterühmad, mis otsinguga leiti, olid valgustus-, ventilatsiooni- ja tihendustooted. Ftalaatidest esines kõige tavalisemalt DINP, mida kasutatakse sageli kasutuspiirangutega ftalaadi DEHP asemel. DINP-d leiti umbes 400 tootes, näiteks valgustustoodetes, sanitaartoodetes, tihendusainetes, liimides, päikesekaitsevahendites ja mõnes plastpõrandakattes. Enamiku toodete korral oli ftalaatide sisaldus > 0,1%. Mõne kemikaali korral võib see ulatuda kuni 20%-ni. Lisateabe saamiseks ftalaatide kohta vt ülalolevat peatükki.

PFAS-id

1000 tootes leiti 11 liiki PFAS-e. Kõige tavalisem aine oli teflon (leiti umbes 700 tootes), millele järgnes fluoroetüleenpropüleen ja Viton. PFAS-e sisaldavad tooted on kütte-, sanitaar-, ventilatsiooni- ja valgustustooted või muud elektritooted. Kõigi PFAS-ide korral olid sisaldused toodetes üldiselt väikesed (> 1%). Lisateabe saamiseks PFAS-ide kohta vt ülalolevat peatükki.

Broomitud leegiaeglustid

Eeldatavasti sisaldavad broomitud leegiaeglusteid kõik elektroonikaseadmed, sh FR4-skeemiplaadid. See puudutab umbes 3000 toodet, mis on Byggvarubedomningenis. Otsinguga leitud kõige tavalisem broomitud leegiaeglusti oli tetrabromobisfenool A (TBBPA). Otsinguga leitud broomitud leegiaeglusteid leidis sageli valgustus- ja ventilatsioonitoodetes. Paljusid otsinguga hõlmatud leegiaeglusteid ei leitud üheski süsteemis olevas tootes. Lisateabe saamiseks broomitud leegiaeglustite kohta vt ülalolevat peatükki.

Fosfororgaanilised leegiaeglustid

Otsinguga leiti kaheksa fosfororgaanilist leegiaeglustit, kuid igaüht neist leidis kuni 50 tootes. Tootetüübid hõlmavad valgustus-, soojustus, tuleohutus- ja keemiatootteid. Mõnes soojustustootes olid kogused suured ja teistes tooterühmades olid kogused väikesed. Lisateabe saamiseks fosfororgaaniliste leegiaeglustite kohta vt ülalolevat peatükki.

Bisfenoolid

Kahte ainet, bisfenool A-d ja bisfenool A diglüttsidüületrit, leiti umbes 100 tootes. Tegemist on peamiselt keemiatoodetega ja sisaldused on vahemikus 0,01% kuni 70%. Bisfenool S-i, bisfenool F-i ja bisfenool AF-i ei leitud ühestki otsinguga hõlmatud tootest. Lisateabe saamiseks bisfenoolide kohta vt ülalolevat peatükki.

Raskmetallid

Metalsed plii, kroom, nikkel, tsink ja kaadmium esinevad sageli sulamites. Otsinguga leiti neid peamiselt elektritoodetest, sanitaarsüsteemidest, ventilatsioonist ja liitmikest. Kaadmium esines sageli sulamite koostises väga väikeses kontsentratsioonis ($> 0,001\%$). Mõned pliiühendid esinesid lõhkeainetes.

Vaske esines umbes 10 000 tootes. Tegemist oli peamiselt messingsulameid sisaldavate toodetega: valgustustooted (50% toodetest), sanitaartooted, ventilatsioon või pörandaküte. Otsinguga leiti vaseühendeid ka umbes 150-s töödeldud puidust tootes, kuna vaske kasutatakse ka biotsiidina puidukonservantides. Puittoodetes jäi vasesisaldus peamiselt alla 0,5%. Lisateabe saamiseks metallide kohta vt ülalolevat peatükki.

Klooritud parafiinid

Keskahelalisi ja pikaahelalisi klooritud parafiine leiti umbes 100 tootes. Peamiselt on tegemist valgustustoodetega, tihendusainetega, keemiatoodetega ja tuleohutusega seotud toodetega. Üheski tootes ei olnud deklareeritud lühiaahelalisi klooritud parafiine. Lisateabe saamiseks klooritud parafiinide kohta vt ülalolevat peatükki.

Biotsiidid

Otsinguga leiti toodetest 23 biotsiidi. Kõige tavalisem biotsiid peale isotiasolinoonide oli jodopropüülnüübutüülkarbamaat. Seda leiti umbes 400 tootes. Neid leidub peamiselt värvitoodetes, tahvlite ja paneelide materjalides, õuemööblis ja manguväljakutel kasutatavates toodetes. Enamik biotsiidide esines keemiatoodetes (nt värvides) ja puittoodetes valdavalt väikeses kontsentratsioonis ($< 0,1\%$). Lisateabe saamiseks biotsiidide kohta vt ülalolevat peatükki.

Isotiasolinoonid

Konservantide rühma kuuluvad isotiasolinoonid esinesid tavaliselt värvitoodetes, kuna veepõhistele värvidele tuleb lisada säilitusaineid. Isotiasolinoone kasutatakse ka näiteks tihendusainetes ja liimides. Kõige tavalisemad olid BIT ja MIT, mõlemat leidis umbes 2000 tootes. CLP-s on nii BIT-i kui ka MIT-i jaoks kehtestatud konkreetset sisalduse piirväärtused ja tavaliselt leidub neid toodetes allpool läviväärtust.

5 Andmete väljavõtmine hindamissüsteemist

Triasoolid

Triasool, näiteks propikonasooli ja tebukonasooli, kasutatakse sageli puittoodete konservandina. Mõlemaid leiti kokku umbes 200 tootes, kõige tavalisemalt esineb propikonasool. Mõlema sisaldus oli alla 0,01%. Rootsis ei kasutata enam triasoolide hulka kuuluvat tsüprokonasooli, nii et seda leiti ainult mõnes tootes.

Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ-d)

Otsinguga leitud 230 ainest kuulus 45 neist lenduvate orgaaniliste ühendite (LOÜ-de) rühma. Kõige tavalisemad LOÜ-d olid etüleenglükool ja ksüleen. Neid leidis umbes 400 tootes. Neist suurem osa olid valgustustooted etüleenglükooli korral ja keemiatooted, näiteks liimid, krundid ja värvid ksüleeni korral. Kokkuvõttes leiti LOÜ-sid peamiselt keemia- ja valgustustoodetes. Mõnesid ühendeid leiti ka isolatsioonimaterjalidest, immutatud puidust ja paneelide materjalidest.

Üks tavalisem LOÜ on formaldehüüd. Seda leiti umbes 150 tootes, sageli oli sisaldus alla 0,01%. Formaldehüüd esines ootuspäraselt sellistes toodetes nagu paneelide materjalid, ukSED ja liimid. Lisateabe saamiseks LOÜ-de kohta vt ülalolevat peatükki.

Polüaromaatsed süsivesinikud (PAH-id) ja kreosoot

PAH-ide rühma kuuluvaid aineid leidis umbes 400 tootes, peamiselt hüdroisolatsioonitoodetes ja kattekihtides. Mõnesid piiratud kasutusega PAH-e ei leitud üheski süsteemis olevas tootes. Kreosoot on koostiselt tihedalt seotud PAH-idega ja kuna selle kasutamine on väga reglementeeritud, ei leitud otsingul kreosoote sisaldavaid tooteid. Lisateabe saamiseks PAH-ide kohta vt ülalolevat peatükki.

Polüklooritud bifenüülid (PCB-d)

Rootsis on polüklooritud bifenüülide (PCB-de) kasutamist piiratud üle 40 aasta, seetõttu ei leitud otsingul neid üheski tootes. Lisateabe saamiseks PCB-de kohta vt ülalolevat peatükki.

Alküülfenoolid

Leiti üks alküülfenoolide hulka kuuluv kemikaal (nonüülfenool), mis esines vähem kui kümnes keemiatootes. Lisateabe saamiseks alküülfenoolide kohta vt ülalolevat peatükki.

Fluoritud gaasid (F-gaasid)

Leiti kaht liiki F-gaase kokku vähem kui 20 tootes. Need olid peamiselt tihendusained, külmaained ning kütte- ja sanitaartooted. Lisateabe saamiseks F-gaaside kohta vt ülalolevat peatükki.

Isotsüanaadid

Isotsüanaate kasutatakse peamiselt polüuretaani (PUR) tootmiseks. Seda kasutatakse plastmaterjalina ning näiteks lakkides, värvides, vahtplastides ja liimides. Nende käitlemine on reglementeeritud, kuna kokkupuude väikeste kogustega võib tekitada tervisehäireid. Otsingul leiti isotsüanaate umbes 150 tootes, peamiselt hüdroisolatsioonitoodetes, liimides ja muudes keemiatoodetes. Kõige tavalisem isotsüanaat oli metüleendifenüüldiisotsüanaat (MDI).

Muud ained

Leiti 67 ainet, mida ei saanud liigitada ülaltoodud rühmadesse. Sellised on näiteks silaanid, alternatiivsed plastifikaatorid ja mitmesugused amiinid.

Kirjandus

Byggvarubedomningen. 2023. At byggvarubedomningen.com/

Huang, L., Fantke, P., Ritscher, A., Jolliet, O. Journal of Hazardous Materials 424, 2022, At www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389421025425

Huang L., Fantke P., Ritscher A. and Jolliet O. Chemicals of concern in building materials: A high-throughput screening. Journal of Hazardous Materials 424 (2022).

LOÜ-de esinemine ehitusmaterjalides

Keemiline ühend	Keemiline ühend
Atseetaldehüüd	Betoonpõrandad PVC-kattega ja ilma, puitpõrandad ja-liistud, komposiitplaat MDF, puitlaastplaat, vineer, ehitusplaadid, paisuv vaht, viimistlusvärv, laeplaadid, kipsplaat, vinüül- ja ingrain tapeet, polüuretaani- ja akrüüllim, tapeedipasta, lateks- ja dispersioonvärvid, vaip nailonist PVC-alusega.
Atsetoon	Täispuit (mänd, tamm, pöök), vineer, komposiitplaat MDF, puitlaastplaat, OSB, tapeediliim, viimistlusplaat, linoleum, silikoon, paisuv vaht, laeplaadid, kipsplaat, spoonitud puitplaadid, UV-kõvastuvad lakid, pinnavärvid, pihustid.
Benseen	Kipsplaat, kaubanduslikult saadaval olevad põrandakatted, mis on valmistatud PVC-st või polüpropüleeni või polüamiidkiududega; madala tihedusega polüetüleen, polüuretaanvaht, vaibaliim, vaibad, lahustipõhised puhastus- ja värvitooted, akrüül- ja veepõhised värvid, matt-emulsioonid.
Etüülbenseen	Põrandakattematerjalid PVC, linoleum, kumm, polüolefiin, vaip, vineer, polüuretaanvaht ja liimid, lahustipõhised puhastus- ja värvitooted, lahustid ja veepõhised sisevärvid, vaigud.
Formaldehüüd	Komposiitplaat MDF, puitlaastplaat, vineer, kipsplaat, laeplaadid, heliisolatsioon, polüuretaanliimid, vinüül- ja ingrain tapeet, paisuv vaht, tapeediliim, krohv, viimistlustäidised, tapeedipasta, lateks- ja dispersioonvärvid, majapidamispuhastusvahendid, värvid ja kattematerjalid, mööbel ja vaibad. Kasutatakse liimides ja hermeetikutes, kattevahendites, täidistes, pahtlites, krohvides.
Limoneen (sh d-limoneen)	MDF, puitlaastplaadid (furneeritud ja furneerimata), põrandaliimid, paigaldusmaterjalid, mitmeotstarbelised kattematerjalid, lahustid ja veepõhised sisevärvid, poleerimis- ja vahaained.
m-, p-Ksüleen	Puitpõrandad, furfuraaliga töödeldud lahustipõhised puhastus- ja värvitooted, lahustipõhised ja veepõhised sisevärvid, polüuretaanvaht, keskmise tihedusega puitkiudplaat, kaubanduslikult saadaval olevad vahad, puhastusvahendid, määrdeained, värvid ja liimid. Kasutatakse määrdeainetes, vahatoodetes, liimides ja lakkides.
Naftaleen	Puitpõrandad, furfuraaliga töödeldud lahustipõhised puhastus- ja värvitooted, lahustipõhised ja veepõhised sisevärvid.
o-Ksüleen	Puitpõrandad, furfuraaliga töödeldud lahustipõhised puhastus- ja värvitooted, lahustipõhised ja veepõhised sisevärvid.
Stüreen	Põrandakattematerjalid PVC, linoleum, kumm, polüolefiin, polüuretaanvaht ja liimid, epoksiidliimid, keskmise tihedusega puitkiudplaat, vaip. Nailon- ja polüpropüleenkiud, SBR-liim, polüstüreenvaht, lahustipõhised puhastus- ja värvitooted, lahustid, veepõhised sisevärvid.
Tolueen	Põrandakattematerjalid PVC, linoleum, kumm, polüolefiin, vaiba- ja polüuretaanvaht, vinüülpõrandad, kipsplaat, keskmise tihedusega puitkiudplaat, värvid, liimid, hermeetikud, vaibad, vinüülpõrandad, metallpindade töötlus, üldine sisekujundus.
Trimetüülbenseen (1,2,4-trimetüülbenseen ja 1,3,5-trimetüülbenseen)	Põrandakattematerjalid PVC, linoleum, kumm, polüolefiin.
α -Pineen	MDF, puitlaastplaat (furneeritud ja furneerimata), põrandaliimid, nailonvaip PVC, veepõhised sisevärvid.

LOÜ-de tervisemõjude kokkuvõtlik tabel

Keemiline ühend	Mõju hingamisteedele	Mõju südame- veresoontele	Neurotoksiline mõju	Kantserogeenne (vähkitekitav) mõju	Ärritav mõju
Atseetaldehüüd	Jah	Ei	Ei	Jah	Jah
Atsetoon	Jah	Jah	Jah	Ei	Jah
Benseen	Ei	Jah	Jah	Jah	Jah
Etüülbenseen	Jah	Ei	Jah	Jah	Jah
Formaldehüüd	Jah	Ei	N	Jah	Jah
Limoneen (sh d-limoneen)	Ei	Ei	Ei	Ei	Jah
m-, p-Ksüleen	Jah	Jah	Jah	Ei	Jah
Naftaleen	Jah	Ei	Jah	Jah	Ei
o-Ksüleen	Jah	Jah	Jah	Ei	Jah
Stüreen	Jah	Andmed puuduvad (ND)	Jah	Jah	Jah
Tolueen	Jah	Jah	Jah	Ei	Jah
Trimetüülbenseen (1,2,4-trimetüülbenseen ja 1,3,5-trimetüülbenseen)	Jah	Ei	Jah	Andmed puuduvad (ND)	Jah
α-Pineen	Ei	Ei	Ei	Ei	Jah

6 Tervis ja hoone konstruktsioon

Seos ehitusmaterjalide ja inimeste tervise vahel

Ehitamiseks ja renoveerimiseks kasutatavad materjalid võivad oluliselt mõjutada hoone asukate tervist ja heaolu. Lisaks peavarju ja mugavuse pakkumisele võivad need materjalid eraldada kahjulikke kemikaale õhku, tolmu või vette, nii et inimesed puutuvad kokku potentsiaalselt ohtlike ainetega. Eriti probleemne on see haavatavate rühmade, näiteks rasedate, laste, imikute või vastsündinute ja juba olemasolevate tervisehäiretega inimeste korral. Need rühmad veedavad tavaliselt ka rohkem aega sisetingimustes ja sellega võib kaasneda pikaajaline kokkupuude kahjulike ühenditega.

Sisetingimustes toimuvast kokkupuutest tingitud tervisehäired

Kokkupuude ehitusmaterjalidest pärinevate ohtlike kemikaalidega võib tekitada mitmesuguseid tervisehäireid.

- Endokriinfunktsiooni kahjustumine. Teatud kemikaalid, mida nimetatakse endokriinfunktsiooni kahjustavateks ühenditeks või endokriinfunktsiooni kahjustavateks kemikaalideks, võivad häirida hormonaalsüsteemide tööd ja kahjustada endokriinsüsteemi, ainevahetust, arengut, sigimist, närvisüsteemi ja immuunsüsteemi. Ftalaadid (nt põrandakatetes ja liimides) ja bisfenoolid (nt vaikudes ja pinnakattevahendites) võivad jäljendada või blokeerida hormoone, häirida normaalseid bioloogilisi protsesse ja suurendada eluviisihaiguste, näiteks rasvumise, viljatuse või vähi esinemist (Ahn ja Jeung 2023).
- Hingamisteede haigused. Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ-d) ja tahked osakesed võivad süvendada hingamiskahjustusi ja hingamisteede kroonilisi haigusi, nagu astma ja allergiad, ning muid hingamisteede haigusi (Radis-Baptista 2023).
- Mutageenne ja genotoksiline mõju. Ehitusmaterjalides leiduvad teatud kemikaalid, näiteks polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH-id) või leegiaeglustid, võivad kahjustada DNA-d ja tekitada mutatsioone, vähktõbe ja pärilikke geenimuutusi, mis on eriti probleemsed tulevaste põlvkondade jaoks (Saqib, Al-Salem et al. 2022).

Ehitusmaterjalidega seotud peamised terviseprobleemid

- Pikaajaline kokkupuude. Pikaajaline kokkupuude ohtlike kemikaalide väikeste kogustega võib suurendada vähi, neurodegeneratiivsete haiguste ja ainevahetushäirete tekke ohtu. Püsivad orgaanilised saasteained ja raskmetallid (nt plii ja kaadmium) või endokriinfunktsiooni kahjustavad kemikaalid võivad aja jooksul kehasse kuhjuda ning põhjustada märkimisväärsed terviseriske. Peale selle võivad kuhjunud ained kanduda rasvkoest lootevedelikku või rinnapiima ning kahjustada loote või vastsündinu arengut (Gordon, Bruce et al. 2014).

Haavatavad rühmad. Arengu või süsteemide kahjustamine ohustab eriti rasedate, väikelaste, laste ning ravi saavate või juba olemasolevate haigustega inimeste tervist. Eriti on ohustatud rasedad ja lapsed, kuna nende arengus on kriitilised perioodid, kus isegi väike kokkupuude võib olla püsiva mõjuga (Maung, Bishop et al. 2022).



6 Ohtlikud ehitusmaterjalid ja terviseriskid

Iga ehitise lugu on kirjutatud tema materjalidesse. Milline on teie lugu?

Kujutage ette, et astute äsjaehitatud koju: põrandad läigivad, seinad on värskelt värvitud ja jalge all on pehmed vaibad. See tundub mugav pühamu, täiuslik koht, kus kasvatada peret või koguda mälestusi. Kuid selle ilusa koha pinna all luurab nähtamatu oht: ohtlikud materjalid eraldavad mürgiseid aineid õhku ja tolmu ning kahjustavad vaikselt tervist. Selles peatükis leiate mõned näited tavalistest materjalidest, mis võivad meie tervist mõjutada rohkem, kui me arvata oskame.

Puitlaastplaadid

Võtame näiteks puitlaastplaatidest valmistatud köögikapid. Need on vastupidavad ja taskukohase hinnaga, kuid nende nähtamatu puudus on formaldehüüd. Puitu koos hoidvas liimis kasutatav kemikaal eraldub aeglaselt õhku ning ärritab silmi, nina ja kurku. Aja möödudes võib pidev kokkupuude põhjustada astmat ja isegi vähki ning tekitada ohte, mida pole näha ega ninaga tunda (Mendell 2007).

Vinüülpõrandad

Elutoas särab luksuslikku viimistlust jäljendav vinüülpõrand. Kuid selles peituvad ftalaadid: plastifikaatorid, mis annavad vinüülile elastsuse, kuid võivad häirida inimese kehas olevate hormoonide toimimist. Põrandal roomavad ja leludega mängivad lapsed puutuvad enese teadmata nende kemikaalidega kokku. Seda teevad ka teie koerad, kassid ja küülikud ... Need ohtlikke, endokriinfunktsiooni kahjustavaid kemikaale hingatakse sisse, neelatakse alla ja saadakse naha kaudu. Pidevat kokkupuudet seostatakse eelkõige kujunevate organismide arengu hilistumisega ja hingamishäiretega (Hammel, Levasseur et al. 2019).

Soojustus

Tänu klaaskiududest soojustusele hoiavad seinad kodu soojana, kuid selle paigaldamisel või parandamisel pääsevad õhku imepisikesed kiud. Need võivad tekitada kopsude ja naha ärritust ning kahjustada igaüht, kes neid sisse hingab. Kui soojustuseks kasutatakse pritsvahtu, eraldab see paigaldamise ajal LOÜ-sid ning täidab õhu peavalu, uimasust ja pikaajalisi hingamishäireid põhjustavate kemikaalidega (Fyfe, Barnard et al. 2022).

Värvid ja pinnakatted

Värskelt värvitud seintel on lahustipõhiste värvide ja lakkide segu, mis lõhnab nõrgalt. Lõhna tekitavad LOÜ-d, õhku eralduvad lenduvad orgaanilised ühendid. Lühiajaline kokkupuude nende kemikaalidega võib põhjustada peavalu ja iiveldust, pikaajaline kokkupuude võib põhjustada närvikahjustusi ja vähki. Seinavärvide ilul on nähtamatu hind (Sabbioni ja Pugh 2022).

Vaibad

Plüüsvaibad on jalge all pehmed, kuid neid on töödeldud plekirepellentide ja leegi-aeglustitega, mis eraldavad õhku kemikaale. Aja möödudes kogunevad need ained olmetolmu sisse, millega puutuvad kõige enam kokku lapsed ja lemmikloomad. Võivad süveneda astma ja allergiad ning vähendada mugavustunne, mille loomiseks vaibad on mõeldud (Kramer, Fillmore et al. 2024).

Katus

Suvepäeval küpsevad bituumensindlid päikese käes ja eraldavad õhku polütsüklilisi aroomaatseid süsivesinikke (PAH-e). Need teadaolevalt vähki põhjustavad kemikaalid kanduvad nähtamatult keskkonda ja satuvad inimeste hingatavasse õhku.

Arhitekti võimalus

Kirjeldatud kodus peidab iga materjal, mis on valitud hinna, vastupidavuse või välimuse pärast, endas ohte. Arhitektide ja ehitajate võimuses on selle loo ümberkirjutamine. Kui nad valivad materjalideks formaldehüüdivabad puitlaastplaadid, looduslikust kiust vaibad ja vähe LOÜ-sid sisaldavad värvid, saaksid nad luua kodu, mis kahjustamise asemel hellitab. Kodu, mis on mõeldud nii praeguste kui ka tulevaste põlvete tervise hoidmiseks.

Ftalaadid

Ftalaadid, mida nimetatakse sageli plastifikaatoriteks, on ehitusmaterjalides laialdaselt kasutatavad kemikaalid, mis suurendavad elastsust ja vastupidavust ning pikendavad tööiga. Neid aineid leidub sageli sellistes toodetes nagu vinüülpõrandakatted, seinakatted, liimid ja tihendusmaterjalid. Funktsionaalsele kasule vaatamata ilmneb järjest enam, et ftalaadid on endokriinfunktsiooni kahjustavad kemikaalid, mis ohustavad elanike ja ehitustöötajate tervist.

Ftalaatidega seotud terviseriskid

Ftalaadid võivad sisekeskkonda sattuda ehitusmaterjalidest, vaipadest ja mööblist. Need on poollenduvad orgaanilised ühendid (PLOÜ-d), mis tähendab, et need jäävad püsima õhku ja pindade külge ning satuvad organismi sissehingamisel, tolmu allaneelamisel ja naha kaudu imendumisel (Yang, Wang et al. 2020).

1. Endokriinfunktsiooni kahjustamine

Ftalaadid võivad häirida hormonaalsüsteemide tööd hormoonide jälgendamise või blokeerimisega. Pidevat kokkupuudet seostatakse järgmiste probleemidega.

- Sigimisprobleemid: vähenenud viljakus, hormoonide taseme muutused ja loodete arenguprobleemid (Zhan, Yang et al. 2022).

Laste arenemisega seotud probleemid: laste kognitiivse arengu häired ja väiksemad IQ-skoorid, mis on tingitud kokkupuutest raseduse ajal (Qian, Shao et al. 2020) (Hammel, Levasseur et al. 2019).

Ainevahetushäired: suurem rasvumis- ja diabeedioht ainevahetushormoonide talitluse segamise tõttu (Wu, Li et al. 2023).

2. Hingamishäired ja allergilised reaktsioonid

Tolmus ja õhus leiduvad ftalaadid võivad vallandada või süvendada järgmisi seisundeid.

- Astma ja allergiad: eriti lastel seostatakse ftalaate hingamisteede suurenenud tundlikkusega (Li, Chen et al. 2017).
- Hingamisteede kroonilised haigused: pikaajaline kokkupuude võib põhjustada põletikku ja kopsufunktsiooni kahjustumist (Shen, Wang et al. 2023).

3. Kantserogeensus

Teatud ftalaadid (nt DEHP) on loomuringutes ilmutanud kantserogeensusust ja reguleerimisasutused on klassifitseerinud need arvatavasti inimesele ohtlikeks kantserogeenideks (Caldwell 2012).

Ftalaatide tervisemõju suhtes haavatavad rühmad (Gaston, Birnbaum et al. 2020)

- Lapsed ja rasedad: kriitiliste arenguperioodide tõttu on nad vastuvõtlikud isegi väikeste koguste korral.
- Vanurid ja immuunpuudulikkusega isikud: krooniline kokkupuude suurendab füsioloogilise kaitse nõrgenemisest tingitud terviseriske.

Per- ja polüfluoritud alküülühendid (PFAS-id)

Per- ja polüfluoritud alküülühendid (PFAS-id), mida sageli nimetatakse „igaves- teks kemikaalideks“, on sünteetilised ühendid, mida kasutatakse ehitusmaterjali- des laialdaselt nende vee- ja plekikindluse ning mittenakkuvuse tõttu. Kuid nende märkimisväärne vastupidavus teeb nad keskkonnas ja inimkehas püsivaks, mistõttu tekivad suured tervise- ja keskkonnaprobleemid.

Ehituses kasutatavate PFAS-idega seotud terviseriskid

1. Bioakumulatsioon

- PFAS-idel on pikk bioloogiline poolestusaeg, mistõttu nad kuhjuvad kudedes ja tekitavad kroonilist kokkupuudet (Panieri, Baralic et al. 2022).
- Neid leidub PFAS-e sisaldavatest materjalidest ehitatud hoonete ehitajate ja elanike vereringes (Lucas, Gaines et al. 2023).

2. Endokriinfunktsiooni kahjustamine (Ding, Harlow et al. 2020)

- PFAS-id võivad häirida hormoonide, eelkõige kilpnäärme- ja suguhormoonide signaale.
- Tõendid osutavad, et kokkupuute tagajärg on reproduktiivtervise halvenemine, puberteedi hilistumine ja viljakuse vähenemine.

3. Kantserogeensus

- Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur (IARC) on klassifitseerinud need ühendid võimalikeks kantserogeenideks.
- Pikaajalise kokkupuute uuringud seostavad neid neeru-, munandi- ja rinnavähi ohu suurenemisega (Seyyedsalehi ja Boffetta 2023) (Chang, Rhee et al. 2023).

4. Ainevahetushäired

- Need ühendid on seotud rasvumise, rasvade ainevahetuse muutuste ja diabeediriski suurenemisega (Geiger, Yao et al. 2021) (Roth ja Petriello 2022).

5. Immuunsüsteemi talitluse pärssimine

- Kokkupuudet PFAS-idega seostatakse vaktsiinide väiksema tõhususega ja suurema vastuvõtlikkusega nakkustele (Eze, Okeke et al. 2024).

6. Mõju arengule

- Kokkupuudet enne sündi ja varases lapsepõlves seostatakse väiksema sünnikaalu, arengu hilistumise ja kognitiivsete häiretega (Szilagyi, Avula et al. 2020).

Fosfororgaanilised leegiaeglustid

Fosfororgaanilised leegiaeglustid (OPFR-id) on sünteetilised kemikaalid, mida lisatakse toodetele tule leviku aeglustamiseks või vältimiseks. Neid leidub soojustuses, vahtmaterjalist mööblis, pinnakattevahendites ja põrandakattematerjalides. OPFR-e kasutatakse järjest rohkem broomitud leegiaeglustite asendajatena. Ehkki OPFR-e esitleti „ohutuma“ valikuna, seostatakse neid nüüd mitmesuguste terviseprobleemidega, mistõttu hoonet projekteerides tuleb nende kasutamist hoolikalt kaaluda. Erinevalt teistest leegiaeglustitest turustatakse OPFR-e keskkonnas vähempüsivatenä, kuid see omadus tähendab ühtlasi, et nad satuvad kergemini õhku ja tolmu sisse ning inimeste kokkupuude suureneb.

OPFR-ide tervisemõjud

Endokriinfunktsiooni kahjustavate ja neurotoksiliste omaduste tõttu seostatakse OPFR-e mitmete tervisemõjudega.

1. Endokriinfunktsiooni kahjustamine

- OPFR-id võivad jäljendada looduslikke hormone ja häirida nende talitlust ning võivad häirida kilpnäärme talitlust ja kahjustada reproduktiivtervist (Chen, Jin et al. 2015).

2. Neurotoksilisus

- Kokkupuudet enne sündi ja lapsepõlves seostatakse arengu hilistumise, IQ vähenemise ja käitumisprobleemidega (Patisaul, Behl et al. 2021).

3. Kantserogeensus

- Mõned OPFR-id (nt TDCIPP) on klassifitseeritud võimalikuks inimese kantserogeenideks (Chen, Dang et al. 2019).

4. Hingamisteede ärritus

- Lühiajaline kokkupuude võib eriti tundlikel rahvastikurühmadel põhjustada hingamisteede ärritust (Chen, Li et al. 2022).

Bisfenoolid

Bisfenoolid on sünteetilised kemikaalid, mida kasutatakse peamiselt polükarbonaatplastides ja epoksüvaikudes. Vastupidavuse ja mitmekülsuse tõttu kasutatakse bisfenool A-d (BPA) ja selle analooge (BPS, BPF jne) laialdaselt ehitusmaterjalides. Funktsionaalsele kasule vaatamata seostatakse bisfenooli märkimisväärsete terviseriskidega, see muudab terviseteadlikud arhitektid nende ehitusprojektides kasutamise suhtes kriitiliseks. Aja möödudes võivad bisfenoolid sattuda keskkonda ning saastada õhku, tolmu ja vett.

Bisfenoolide tervisemõjud

Ulatuslikes uuringutes on ilmnenud, et bisfenoolid (eriti BPA) on endokriinfunktsiooni kahjustavad kemikaalid, millel on laialdased tervisemõjud.

1. Sigimisfunktsiooni kahjustamine

- Bisfenoolid võivad jäljendada östrogeeni (neid nimetatakse ksenoöstrogeenideks), võivad põhjustada viljatust, hormonaalset tasakaalustamatust ja arenguhäireid (Guida, Troisi et al. 2015, Rutkowska ja Diamanti-Kandarakis 2016, Pivonello, Muscogiuri et al. 2020).

2. Ainevahetushäired

- Kokkupuudet seostatakse rasvumise, 2. tüüpi diabeedi ja südame-veresoonkonnahaigustega (Rutkowska ja Diamanti-Kandarakis 2016, Wu, Li et al. 2020, Farrugia, Aquilina et al. 2021, Chen, Yang et al. 2023).

3. Neuroloogilised arenguhäired

- Sünnieelne kokkupuude võib lastel tekitada käitumuslikke või kognitiivseid häireid (Xia, Lv et al. 2023).

4. Suurem vähirisk

- Bisfenooli seostatakse hormoonidega seotud vähiga, näiteks rinna- ja eesnäärmevähiga (Rutkowska, Szybiak et al. 2016).

Biotsiidid

Biotsiidid on kemikaalid, mis on mõeldud kahjulike organismide, näiteks bakterite, hallituse ja seente hävitamiseks või kasvu pidurdamiseks. Ehkki nad on olulised materjalide lagunemise vältimiseks, võib nende laialdane kasutamine ehitusmaterjalides (nt värvides, liimides ja töödeldud puidus) põhjustada hoone asukatele terviseriske.

Biotsiidide tervisemõjud

1. Allergilised reaktsioonid

- Biotsiidid, näiteks värvides leiduvad isotiasolinoonid, võivad eelkõige tundlikel inimestel vallandada naha või hingamisteede allergilise reaktsiooni (Herman, Aerts et al. 2019).

2. Endokriinfunktsiooni kahjustamine

- Teatud biotsiidid (nt triklosaan) võivad häirida hormonaalsüsteemide tööd ning häirida kilpnäärme talitlust ja kahjustada reproduktiivtervist (Lagadic, Katsiadaki et al. 2018, Chrz, Dvorakova et al. 2023).

3. Neuroloogilised mõjud

- Pikaajalist kokkupuudet biotsiididega (nt kloropürifossiga) on seostatud arenguhäirete ja kognitiivsete häiretega (Burke, Todd et al. 2017).

4. Antibiootikumiresistentsus

- Biotsiidide liigne kasutamine võib aidata kaasa resistentsete mikroobitüvede kujunemisele, mis aja jooksul vähendab nende mõjusust (Maillard 2018).

Polüklooritud bifenüülid (PCB-d)

Püsivuse ja isoleerivate omaduste tõttu kasutati polüklooritud bifenüüle (PCB-sid) ajalooliselt sellistes ehitusmaterjalides nagu tihendusmaterjalid, hermeetikud ja luminofoorvalgustite ballastakistid. Ehkki PCB-d on paljudes maades keelatud, esi- neid vanemates hoonetes, kus nad tekitavad olulisi terviseriske.

Vanemates, taaskasutatavates või muudetud otstarbega ehitusmaterjalides olevad PCB-d võivad aja jooksul eralduda õhku, tolmu või pinnasesse, nii et kokkupuude võib tekkida mitmel viisil.

- Sissehingamisel: PCB-d lenduvad aeglaselt ja saastavad pika aja jooksul siseõhku.
- Kokkupuude nahaga: saastunud materjalide käsitsemisel renoveerimise ajal.
- Allaneelamisel: PCB-sid sisaldava tolmu langemine pindadele suurendab eriti laste riske.

PCB-de tervisemõjud

1. Kantserogeenne mõju

- Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur (IARC) on klassifitseerinud PCB-d tõenäoliselt inimesele ohtlikeks kantserogeenideks (1. rühm) (Assaggaf, Yoo et al. 2022).
- Seotud vähivormid: pikaajalist kokkupuudet on seostatud maksa-, sapiteede- ja nahavähi riski suurenemisega, võib esineda ka seos rinna- ja kopsuvähiga (Recio-Vega, Mendez-Henandez et al. 2013, Niehoff, Zabor et al. 2020).
- Bioakumulatsioon: PCB-d kuhjuvad rasvkoes ja põhjustavad kroonilist kokkupuudet isegi väikeste koguste korral (Ellsworth, Mamula et al. 2015, Abella, Perez et al. 2016).

2. Endokriinfunktsiooni kahjustamine

- PCB-d võivad häirida kilpnäärmehormoonide süsteemi, see on kriitiline ainevahetuse, kasvu ja arengu reguleerimisel (Mohammadparast-Tabas, Arab-Zozani et al. 2024).
- Reproduktiivtervis: need võivad häirida östrogeenide ja androgeenide toimimist ning põhjustada viljakusprobleeme ja arenguhäireid (Montano, Pironti et al. 2022).
- Need häired tekitavad eriti suurt muret rasedate korral, kuna PCB-d võivad läbida platsenta ja kahjustada loote arengut (Kofoed, Deen et al. 2021).

3. Neurotoksilisus

- Sünnieelset ja elu algaastatel toimunud kokkupuudet PCB-dega seostatakse närvisüsteemi arengu hilistumisega, sealhulgas järgmiste seisunditega.
- Kognitiivsete funktsioonide kahjustumine ja mäluhäired.
- Lastele tähelepanematus- ja käitumisprobleemid (Panesar, Kennedy et al. 2020).
- Täiskasvanutel seostatakse kokkupuudet PCB-dega neurodegeneratiivsete haiguste (nt Alzheimeri tõve ja Parkinsoni tõve) riski suurenemisega (Hatcher-Martin, Gearing et al. 2012)

Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ-d)

Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ-d) eralduvad gaasidena mitmesugustest ehitusmaterjalidest, sealhulgas värvidest, liimidest, põrandakatetest ja mööblist. Nad saastavad siseõhku ning võivad avaldada nii lühi- kui ka pikaajalist tervisemõju.

LOÜ-de tervisemõjud

1. Hingamisteede ärritus (*Sekhar, Govindarajan Venguidesvarane et al. 2024*)

- On teada, et LOÜ-d (nt benseen, toluen ja ksüleen) ärritavad hingamisteid.
- Kokkupuude võib põhjustada köha, vilisevat hingamist ja kõriärritust eelkõige tundlikel inimestel, nagu lastel ja astma või allergiate põdejatel.
- Pidev kokkupuude võib süvendada hingamisteede kroonilisi haigusi, sealhulgas bronhiiti ja astmat.

2. Neuroloogilised mõjud (*Rentschler ja Kodavanti 2024*)

- Pikaajalist kokkupuudet LOÜ-dega, näiteks tolueni, etüülbenseeni ja stüreeniga seostatakse neuroloogiliste kahjustustega.
- Sümptomid on peavalud, uimasus, segasus ja mäluhäired. Sageli nimetatakse neid nähte „haige hoone sündroomiks“.
- Suured kogused võivad tekitada raskemat mõju, näiteks koordinatsiooni kadumist või isegi kesknärvisüsteemi kahjustusi.

3. Kantserogeensus (*Pan, Liu et al. 2023*)

- Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur (IARC) on klassifitseerinud teatud LOÜ-d, näiteks benseeni ja formaldehüüdi inimesele ohtlikeks 1. rühma kantserogeenideks.
- Kokkupuude benseeniga on tugevalt seotud leukeemia ja muude veres avalduvate vähkidega.
- Tavaliselt puitlaastplaatides ja liimides leiduv formaldehüüd seostub ninaneeluvähi ja hingamisteede muude pahaloomuliste kasvajatega.

Formaldehüüd

Formaldehüüdi, mis on laialt kasutatav LOÜ, leidub puitlaastplaatides, soojustuses ja liimides. Selle laialdane kasutamine ja lendumisvõime teevad temast siseõhu olulise saasteaine.

Formaldehüüdi tervisemõjud

1. Hingamisteede haigused

- Äge mõju: lühiajaline kokkupuude formaldehüüdiga ärritab silmi, nina ja kurku ning tekitab selliseid sümptomeid nagu põletustunne, köha ja silmade vesitsemine.
- Krooniline kokkupuude: pikaajaline sissehingamine võib põhjustada püsivaid hingamisvaevusi ja suurenenud vastuvõtlikkust hingamisteede nakkustele.

2. Kantserogeensus

- Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur (IARC) on klassifitseerinud formaldehüüdi 1. rühma kantserogeeniks, mis tähendab, et see teadaolevalt põhjustab inimestel vähktõbe (Khoshakhlagh, Mohammadzadeh et al. 2023).
- Eriti töökeskkonnas seostub pikaajaline kokkupuude tugevalt nina- ja kõrivähkidega (Thompson, Gentry et al. 2020).

3. Allergilised reaktsioonid

- Naha sensibiliseerimine: formaldehüüd võib põhjustada allergilist kontaktdermatiiti, mida iseloomustab punetus, sügelemine ja ärritus (Latorre, Borrego et al. 2011).
- Astma ja allergiad: kokkupuude formaldehüüdiga süvendab astmasümptomeid ja tekitab allergilisi reaktsioone eelkõige inimestel, kes põevad hingamisteede haigusi või on tundlikud kemikaalide suhtes (Yao, Liang et al. 2015).

Alküülfenoolid

Alküülfenoole, mis on ehitusmaterjalides tavaliselt kasutatavate sünteetiliste kemikaalide rühm, hinnatakse nende vastupidavuse, püsivuse ja pindaktiivsete omaduste tõttu. Neid leidub sageli värvides, liimides, tihendusainetes ja isolatsioonivahetudes. Kahjuks need ühendid, sealhulgas nonüülfenool ja oktüülfenool, ohustavad oluliselt inimeste tervist ja keskkonda.

Alküülfenoolide tervisemõjud

1. Endokriinfunktsiooni kahjustamine

- Alküülfenoolid võivad jäljendada östrogeeni ja häirida hormonaalsüsteemide talitlust. See võib põhjustada reproduktiivtervise probleeme, arenguhäireid ja kilpnäärme talitlushäireid (Noorimotlagh, Haghighi et al. 2017).

2. Viljakusprobleemid

- Pikaajalist kokkupuudet seostatakse viljakuse vähenemisega ja sigimisorganite arenguhäiretega (Harrison, Holmes et al. 1997).

3. Püsivus keskkonnas

- Alküülfenoolid jäävad keskkonda püsima, bioakumuleeruvad veeorganismides ja sisenevad toiduahelasse ning mõjutavad nii kaudselt inimeste tervist (Metcalf, Bayen et al. 2022).

Kirjandus

1. Abella, V., T. Perez, M. Scotece, J. Conde, C. Pirozzi, J. Pino, F. Lago, M. A. Gonzalez-Gay, A. Mera, R. Gomez and O. Gualillo (2016). "Pollutants make rheumatic diseases worse: Facts on polychlorinated biphenyls (PCBs) exposure and rheumatic diseases." *Life Sci* 157: 140-144.
2. Ahn, C. and E. B. Jeung (2023). "Endocrine-Disrupting Chemicals and Disease Endpoints." *Int J Mol Sci* 24(6).
3. Assaggaf, H., C. Yoo, R. G. Lucchini, S. M. Black, M. Hamed, F. Minshawi and Q. Felty (2022). "Polychlorinated Biphenyls and Pulmonary Hypertension." *Int J Environ Res Public Health* 19(8).
4. Burke, R. D., S. W. Todd, E. Lumsden, R. J. Mullins, J. Mamczarz, W. P. Fawcett, R. P. Gullapalli, W. R. Randall, E. F. R. Pereira and E. X. Albuquerque (2017). "Developmental neurotoxicity of the organophosphorus insecticide chlorpyrifos: from clinical findings to preclinical models and potential mechanisms." *J Neurochem* 142 Suppl 2(Suppl 2): 162-177.
5. Caldwell, J. C. (2012). "DEHP: genotoxicity and potential carcinogenic mechanisms-a review." *Mutat Res* 751(2): 82-157.
6. Chang, V. C., J. Rhee, S. I. Berndt, S. C. Moore, N. D. Freedman, R. R. Jones, D. T. Silverman, G. L. Gierach, J. N. Hofmann and M. P. Purdue (2023). "Serum perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoate and risk of postmenopausal breast cancer according to hormone receptor status: An analysis in the Prostate, Lung, Colorectal and Ovarian Cancer Screening Trial." *Int J Cancer* 153(4): 775-782.
7. Chen, G., Y. Jin, Y. Wu, L. Liu and Z. Fu (2015). "Exposure of male mice to two kinds of organophosphate flame retardants (OPFRs) induced oxidative stress and endocrine disruption." *Environ Toxicol Pharmacol* 40(1): 310-318.
8. Chen, J., G. Li, H. Yu, H. Liu and T. An (2022). "The respiratory cytotoxicity of typical organophosphorus flame retardants on five different respiratory tract cells: Which are the most sensitive one?" *Environ Pollut* 307: 119564.
9. Chen, M., Y. Yang, K. Baral, Y. Fu, Y. Meng, Y. Zhang, F. Sun and M. Zhao (2023). "Relationship between bisphenol A and the cardiovascular disease metabolic risk factors in American adults: A population-based study." *Chemosphere* 324: 138289.
10. Chen, S., Y. Dang, Z. Gong, R. J. Letcher and C. Liu (2019). "Progression of liver tumor was promoted by tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate through the induction of inflammatory responses in kras(V12) transgenic zebrafish." *Environ Pollut* 255(Pt 2): 113315.
11. Chrz, J., M. Dvorakova, K. Kejlova, D. Ocadlikova, L. Svobodova, L. Malina, B. Hosikova, D. Jirova, H. Bendova and H. Kolarova (2023). "The Potential for Genotoxicity, Mutagenicity and Endocrine Disruption in Triclosan and Triclocarban Assessed through a Combination of In Vitro Methods." *J Xenobiot* 14(1): 15-30.
12. Ding, N., S. D. Harlow, J. F. Randolph, Jr., R. Loch-Caruso and S. K. Park (2020). "Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and their effects on the ovary." *Hum Reprod Update* 26(5): 724-752.
13. Ellsworth, R. E., K. A. Mamula, N. S. Costantino, B. Deyarmin, P. J. Kostyniak, L. H. Chi, C. D. Shriver and D. L. Ellsworth (2015). "Abundance and distribution of polychlorinated biphenyls (PCBs) in breast tissue." *Environ Res* 138: 291-297.
14. Eze, C. G., E. S. Okeke, C. E. Nwankwo, R. Nyaruaba, U. Anand, O. J. Okoro and E. Bontempi (2024). "Emerging contaminants in food matrices: An overview of the occurrence, pathways, impacts and detection techniques of per- and polyfluoroalkyl substances." *Toxicol Rep* 12: 436-447.

15. Farrugia, F., A. Aquilina, J. Vassallo and N. P. Pace (2021). "Bisphenol A and Type 2 Diabetes Mellitus: A Review of Epidemiologic, Functional, and Early Life Factors." *Int J Environ Res Public Health* 18(2).
16. Fyfe, C., L. T. Barnard, J. Douwes, P. Howden-Chapman and J. Crane (2022). "Retrofitting home insulation reduces incidence and severity of chronic respiratory disease." *Indoor Air* 32(8): e13101.
17. Gaston, S. A., L. S. Birnbaum and C. L. Jackson (2020). "Synthetic Chemicals and Cardiometabolic Health Across the Life Course Among Vulnerable Populations: a Review of the Literature from 2018 to 2019." *Curr Environ Health Rep* 7(1): 30-47.
18. Geiger, S. D., P. Yao, M. G. Vaughn and Z. Qian (2021). "PFAS exposure and overweight/obesity among children in a nationally representative sample." *Chemosphere* 268: 128852.
19. Gordon, S. B., N. G. Bruce, J. Grigg, P. L. Hibberd, O. P. Kurmi, K. B. Lam, K. Mortimer, K. P. Asante, K. Balakrishnan, J. Balmes, N. Bar-Zeev, M. N. Bates, P. N. Breyse, S. Buist, Z. Chen, D. Havens, D. Jack, S. Jindal, H. Kan, S. Mehta, P. Moschovis, L. Naeher, A. Patel, R. Perez-Padilla, D. Pope, J. Rylance, S. Semple and W. J. Martin, 2nd (2014). "Respiratory risks from household air pollution in low and middle income countries." *Lancet Respir Med* 2(10): 823-860.
20. Guida, M., J. Troisi, C. Ciccone, G. Granozio, C. Cosimato, A. Di Spiezio Sardo, C. Ferrara, M. Guida, C. Nappi, F. Zullo and C. Di Carlo (2015). "Bisphenol A and congenital developmental defects in humans." *Mutat Res* 774: 33-39.
21. Hammel, S. C., J. L. Levasseur, K. Hoffman, A. L. Phillips, A. M. Lorenzo, A. M. Calafat, T. F. Webster and H. M. Stapleton (2019). "Children's exposure to phthalates and non-phthalate plasticizers in the home: The TESIIE study." *Environ Int* 132: 105061.
22. Harrison, P. T., P. Holmes and C. D. Humfrey (1997). "Reproductive health in humans and wildlife: are adverse trends associated with environmental chemical exposure?" *Sci Total Environ* 205(2-3): 97-106.
23. Hatcher-Martin, J. M., M. Gearing, K. Steenland, A. I. Levey, G. W. Miller and K. D. Pennell (2012). "Association between polychlorinated biphenyls and Parkinson's disease neuropathology." *Neurotoxicology* 33(5): 1298-1304.
24. Herman, A., O. Aerts, L. de Montjoye, I. Tromme, A. Goossens and M. Baeck (2019). "Isothiazolinone derivatives and allergic contact dermatitis: a review and update." *J Eur Acad Dermatol Venereol* 33(2): 267-276.
25. Khoshakhlagh, A. H., M. Mohammadzadeh, S. S. Manafi, F. Yousefian and A. Gruszecka-Kosowska (2023). "Inhalational exposure to formaldehyde, carcinogenic, and non-carcinogenic risk assessment: A systematic review." *Environ Pollut* 331(Pt 1): 121854.
26. Kofoed, A. B., L. Deen, K. S. Hougaard, K. U. Petersen, H. W. Meyer, E. B. Pedersen, N. E. Ebbelø, B. L. Heitmann, J. P. Bonde and S. S. Tottenborg (2021). "Maternal exposure to airborne polychlorinated biphenyls (PCBs) and risk of adverse birth outcomes." *Eur J Epidemiol* 36(8): 861-872.
27. Kramer, N. E., C. E. Fillmore, E. G. Slane, L. M. A. Barnett, J. J. Wagner and B. S. Cummings (2024). "Insights into brominated flame retardant neurotoxicity: mechanisms of hippocampal neural cell death and brain region-specific transcriptomic shifts in mice." *Toxicol Sci* 201(2): 282-299.
28. Lagadic, L., I. Katsiadaki, R. Biever, P. D. Guiney, N. Karouna-Renier, T. Schwarz and J. P. Meador (2018). "Tributyltin: Advancing the Science on Assessing Endocrine Disruption with an Unconventional Endocrine-Disrupting Compound." *Rev Environ Contam Toxicol* 245: 65-127.

29. Latorre, N., L. Borrego, V. Fernandez-Redondo, B. Garcia-Bravo, A. M. Gimenez-Arnau, J. Sanchez and J. F. Silvestre (2011). "Patch testing with formaldehyde and formaldehyde-releasers: multicentre study in Spain (2005-2009)." *Contact Dermatitis* 65(5): 286-292.
30. Li, M. C., C. H. Chen and Y. L. Guo (2017). "Phthalate esters and childhood asthma: A systematic review and congener-specific meta-analysis." *Environ Pollut* 229: 655-660.
31. Lucas, K., L. G. T. Gaines, T. Paris-Davila and L. A. Nylander-French (2023). "Occupational exposure and serum levels of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS): A review." *Am J Ind Med* 66(5): 379-392.
32. Maillard, J. Y. (2018). "Resistance of Bacteria to Biocides." *Microbiol Spectr* 6(2).
33. Maung, T. Z., J. E. Bishop, E. Holt, A. M. Turner and C. Pfrang (2022). "Indoor Air Pollution and the Health of Vulnerable Groups: A Systematic Review Focused on Particulate Matter (PM), Volatile Organic Compounds (VOCs) and Their Effects on Children and People with Pre-Existing Lung Disease." *Int J Environ Res Public Health* 19(14).
34. Mendell, M. J. (2007). "Indoor residential chemical emissions as risk factors for respiratory and allergic effects in children: a review." *Indoor Air* 17(4): 259-277.
35. Metcalfe, C. D., S. Bayen, M. Desrosiers, G. Munoz, S. Sauve and V. Yargeau (2022). "An introduction to the sources, fate, occurrence and effects of endocrine disrupting chemicals released into the environment." *Environ Res* 207: 112658.
36. Mohammadparast-Tabas, P., M. Arab-Zozani, K. Naseri, M. Darroudi, H. Aramjoo, H. Ahmadian, M. Ashrafi-pour, T. Farkhondeh and S. Samarghandian (2024). "Polychlorinated biphenyls and thyroid function: a scoping review." *Rev Environ Health* 39(4): 679-706.
37. Montano, L., C. Pironti, G. Pinto, M. Ricciardi, A. Buono, C. Brogna, M. Venier, M. Piscopo, A. Amoresano and O. Motta (2022). "Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Environment: Occupational and Exposure Events, Effects on Human Health and Fertility." *Toxics* 10(7).
38. Niehoff, N. M., E. C. Zabor, J. Satagopan, A. Widell, T. R. O'Brien, M. Zhang, N. Rothman, T. K. Grimsrud, S. K. Van Den Eeden and L. S. Engel (2020). "Prediagnostic serum polychlorinated biphenyl concentrations and primary liver cancer: A case-control study nested within two prospective cohorts." *Environ Res* 187: 109690.
39. Noorimotlagh, Z., N. J. Haghighi, M. Ahmadimoghadam and F. Rahim (2017). "An updated systematic review on the possible effect of nonylphenol on male fertility." *Environ Sci Pollut Res Int* 24(4): 3298-3314.
40. Pan, Q., Q. Y. Liu, J. Zheng, Y. H. Li, S. Xiang, X. J. Sun and X. S. He (2023). "Volatile and semi-volatile organic compounds in landfill gas: Composition characteristics and health risks." *Environ Int* 174: 107886.
41. Panesar, H. K., C. L. Kennedy, K. P. Keil Stietz and P. J. Lein (2020). "Polychlorinated Biphenyls (PCBs): Risk Factors for Autism Spectrum Disorder?" *Toxics* 8(3).
42. Panieri, E., K. Baralic, D. Djukic-Cosic, A. Buha Djordjevic and L. Saso (2022). "PFAS Molecules: A Major Concern for the Human Health and the Environment." *Toxics* 10(2).
43. Patisaul, H. B., M. Behl, L. S. Birnbaum, A. Blum, M. L. Diamond, S. Rojello Fernandez, H. T. Hogberg, C. F. Kwiatkowski, J. D. Page, A. Soehl and H. M. Stapleton (2021). "Beyond Cholinesterase Inhibition: Developmental Neurotoxicity of Organophosphate Ester Flame Retardants and Plasticizers." *Environ Health Perspect* 129(10): 105001.
44. Pivonello, C., G. Muscogiuri, A. Nardone, F. Garifalos, D. P. Provisiero, N. Verde, C. de

- Angelis, A. Conforti, M. Piscopo, R. S. Auriemma, A. Colao and R. Pivonello (2020). "Bisphenol A: an emerging threat to female fertility." *Reprod Biol Endocrinol* 18(1): 22.
45. Qian, Y., H. Shao, X. Ying, W. Huang and Y. Hua (2020). "The Endocrine Disruption of Prenatal Phthalate Exposure in Mother and Offspring." *Front Public Health* 8: 366.
46. Radis-Baptista, G. (2023). "Do Synthetic Fragrances in Personal Care and Household Products Impact Indoor Air Quality and Pose Health Risks?" *J Xenobiot* 13(1): 121-131.
47. Recio-Vega, R., A. Mendez-Henandez, A. P. Gabriel, A. Jacobo-Avila, A. Portales-Castanedo, S. Hernandez-Gonzalez, M. P. Gallegos-Arreola and G. Ocampo-Gomez (2013). "Potentially estrogenic polychlorinated biphenyls congeners serum levels and its relation with lung cancer." *J Appl Toxicol* 33(9): 906-914.
48. Rentschler, K. M. and U. P. Kodavanti (2024). "Mechanistic insights regarding neuropsychiatric and neuropathologic impacts of air pollution." *Crit Rev Toxicol* 54(10): 953-980.
49. Roth, K. and M. C. Petriello (2022). "Exposure to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and type 2 diabetes risk." *Front Endocrinol (Lausanne)* 13: 965384.
50. Rutkowska, A. Z. and E. Diamanti-Kandarakis (2016). "Polycystic ovary syndrome and environmental toxins." *Fertil Steril* 106(4): 948-958.
51. Rutkowska, A. Z., A. Szybiak, K. Serkies and D. Rachon (2016). "Endocrine disrupting chemicals as potential risk factor for estrogen-dependent cancers." *Pol Arch Med Wewn* 126(7-8): 562-570.
52. Sabbioni, G. and S. A. Pugh (2022). "New Method to Biomonitor Workers Exposed to 1,6-Hexamethylene Diisocyanate." *Chem Res Toxicol* 35(12): 2285-2295.
53. Saquib, Q., A. M. Al-Salem, M. A. Siddiqui, S. M. Ansari, X. Zhang and A. A. Al-Khedhairy (2022). "Organophosphorus Flame Retardant TDCPP Displays Genotoxic and Carcinogenic Risks in Human Liver Cells." *Cells* 11(2).
54. Sekhar, L., A. Govindarajan Venguidesvarane, G. Thiruvengadam, Y. Sharma, V. Venugopal, S. Rengarajan and P. Johnson (2024). "Respiratory symptoms and pulmonary function in paint industry workers exposed to volatile organic compounds: A systematic review and meta-analysis." *PLoS One* 19(12): e0315464.
55. Seyyedsalehi, M. S. and P. Boffetta (2023). "Per- and Poly-fluoroalkyl Substances (PFAS) Exposure and Risk of Kidney, Liver, and Testicular Cancers: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Med Lav* 114(5): e2023040.
56. Shen, J., Y. Wang, S. Zhou, M. Tang, M. Li, R. Han, G. Fei and R. Wang (2023). "Association between urinary phthalate metabolites and chronic obstructive pulmonary disease incidence in US adults: results from NHANES 2007-2018." *Environ Sci Pollut Res Int* 30(52): 113026-113038.
57. Szilagyi, J. T., V. Avula and R. C. Fry (2020). "Perfluoroalkyl Substances (PFAS) and Their Effects on the Placenta, Pregnancy, and Child Development: a Potential Mechanistic Role for Placental Peroxisome Proliferator-Activated Receptors (PPARs)." *Curr Environ Health Rep* 7(3): 222-230.
58. Thompson, C. M., R. Gentry, S. Fitch, K. Lu and H. J. Clewell (2020). "An updated mode of action and human relevance framework evaluation for Formaldehyde-Related nasal tumors." *Crit Rev Toxicol* 50(10): 919-952.
59. Wu, Q., G. Li, C. Y. Zhao, X. L. Na and Y. B. Zhang (2023). "Association between phthalate exposure and obesity risk: A meta-analysis of observational studies." *Environ Toxicol Pharmacol* 102: 104240.
60. Wu, W., M. Li, A. Liu, C. Wu, D. Li, Q. Deng, B. Zhang, J. Du, X. Gao and Y. Hong (2020).

- "Bisphenol A and the Risk of Obesity a Systematic Review With Meta-Analysis of the Epidemiological Evidence." *Dose Response* 18(2): 1559325820916949.
61. Xia, Z., C. Lv, Y. Zhang, R. Shi, Q. Lu, Y. Tian, X. Lei and Y. Gao (2023). "Associations of exposure to bisphenol A and its substitutes with neurodevelopmental outcomes among infants at 12 months of age: A cross-sectional study." *Chemosphere* 341: 139973.
62. Yang, T., H. Wang, X. Zhang, J. Xiong, S. Huang and P. Koutrakis (2020). "Characterization of phthalates in sink and source materials: Measurement methods and the impact on exposure assessment." *J Hazard Mater* 396: 122689.
63. Yao, Y., W. Liang, L. Zhu, Y. Duan, Y. Jin and L. He (2015). "Relationship between the concentration of formaldehyde in the air and asthma in children: a meta-analysis." *Int J Clin Exp Med* 8(6): 8358-8362.
64. Zhan, W., H. Yang, J. Zhang and Q. Chen (2022). "Association between co-exposure to phenols and phthalates mixture and infertility risk in women." *Environ Res* 215(Pt 1): 114244.

7 Läänemeremaade õigusnormid, mis on seotud kemikaalide ja ehitusega

Tarbijatel ja ka ehitusvaldkonna spetsialistidel on ootus, et nad saavad kõhklemata kasutada ja paigaldada kõiki turul saadaolevaid materjale ükskõik millisel kujul. Materjalid ei tohiks sisaldada ohtlikke kemikaale, s.t nad ei tohiks tekitada inimeste tervist ja keskkonda ohustavaid keemilisi riske. Seda tuleks tagada ka õigusaktidega. Tihti on seda väidetud, kui arutatakse NHC3 ja sarnaste projektide vajalikkuse üle.

Kas selline ootus on realistlik? Tõepoolest ei saa seda alati täielikult tagada, eriti siis, kui mitmesuguseid materjale, pinnakattevahendeid, voodermaterjale jne kasutavas hoones, mis on keeruline süsteem, avaldub segude mõju. Mida saab öelda ehituse kolme samba – kliimasõbralikkuse, ringluspõhisuse ja ohtlike kemikaalide puudumise kohta? Tarbijad on kliimaküsimustest teadlikud või saavad nendest teada kõige hiljem siis, kui nad läbivad ametlikku loamenetlust. Õigusraamistik on EL-i tasemest kuni riikide tasemeni põhimõtteliselt korralikult organiseeritud ja üles ehitatud (vt ehitiste energiatõhususe direktiivi). Seetõttu ei keskendu kataloog ja see peatükk kliimakaitseenõudeid reguleerivatele õigusaktidele.

Ringluspõhisus omab mõtet üksnes siis, kui ringlussevõtul ei hajutata ohtlikke aineid ühest tootest üle kogu materjalivoo, kuna puudub võimalus jälgida saasteainete esinemist ringlusse võetud materjalidest valmistatud toodetes. Seetõttu on ringluspõhisuse võtmeks õigusnormid, mis tõhusalt keelavad ohtlike ainete kasutamise. Seega keskendub õigusakte käsitlev peatükk ohtlikke aineid mittesisaldavate materjalide valimisele.



5 Läänemeremaade õigusnormid

Selleks et hinnata, kas olemasolevad õigusnormid kaitsevad tarbijaid ja töötajaid tõhusalt just sellises tähenduses, on proovitud anda liigendatud ülevaade EL-i ja Läänemere maade asjakohastest eeskirjadest.

Kõigepealt lühike kirjeldus EL-i tasemel toimuvast.

Kemikaale käsitlevad eeskirjad on EL-is maailma täiuslikemate hulgas. Neid tähistatakse lühenditega REACH (kemikaalide registreerimine, hindamine, autoriseerimine ja piiramine) ja CLP (klassifitseerimine, märgistamine ja pakendamine). Nende ühine eesmärk on inimeste tervise ja keskkonna kaitsmine.

CLP-määruses on kehtestatud eeskirjad kemikaalide ohtlike omaduste identifitseerimiseks (klassifitseerimiseks). Seal on ka määratletud, kuidas klassifitseeritud aineid ja nende segusid, sealhulgas pulbreid, vedelikke ja gaase, tuleb märgistada ja pakendada.

REACH-määrus nõuab kemikaalide tootjatelt ja importijatelt nende registreerimist. See hõlmab andmete esitamist ainega seotud ohutegurite kohta ja ka klassifitseeritud ainete riskide hindamist.

Euroopa Kemikaaliamet (ECHA) on peamine asutus, mis vastutab REACH-i elluviimise korraldamise eest. Muuhulgas korraldab ta ainete registreerimist ja peab registreeritud kemikaalide andmebaasi¹, hindab teatud osa registreerimistoimikutest, koordineerib ainete hindamist liikmesriikides ja tegeleb REACH-i kohase autoriseerimisega. ECHA andmebaasi saab kasutada teabe saamiseks kemikaalide kohta. Eestikeelne veebileht: echa.europa.eu/et/home

Igas liikmesriigis on EL-i kemikaalipoliitika siseriiklikul tasemel elluviimise (ja jõustamise) eest vastutavad asutused.

Ehkki REACH-i peetakse maailma täiuslikemate hulgas olevaks kemikaale käsitlevaks eeskirjaks, ei saa see välistada kemikaalidest (ja kemikaalisegudest) tingitud riskide esinemist ega seda, et turul olevad tooted mõjutavad negatiivselt hoonete siseõhu kvaliteeti (täiendava ülevaate saamiseks vt ka ptk 5 ja 6).

Järgmiseks on lühiülevaade sellest, mis toimub Läänemere maades.

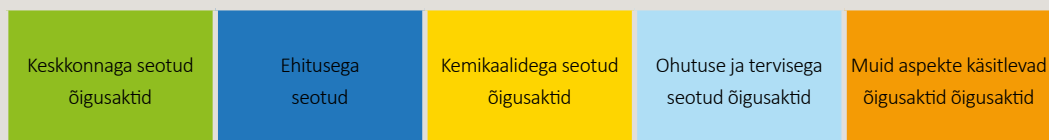
Võib eeldada, et EL-i õigusaktid on kasutusele võetud kõigis Läänemere maades. Eesmärk oli leida, kas on eeskirju, mis nõuavad nendest rohkem.

Kui küsiti, millised õigus- ja haldusnormid on ehitusvaldkonnas olulised hoone ehitamisel, kasutamisel või lammutamisel ettetulevatest ohtlikest ainetest tingitud kahjude vältimiseks, andsid projektipartnerid teada, et Läänemere maades on mitmesugustesse kategooriatesse kuuluvad eeskirjad.

Õigusaktid on seotud keskkonnaga, ehitamisega üldiselt, kemikaalidega (vt REACH-määrust), tervishoiu ja ohutuse aspektidega ning muude valdkondadega, näiteks jäätmekäitluse või veemajandusega.

Joonis. 7.1

Tähiste selgitus: ehitust ja kemikaale reguleerivate õigusaktide valdkonnad



¹ Tuleb pidada silmas, et andmebaasis olev teave põhineb ettevõtete esitatud registreerimistoimikutel ja üldjuhul pole ametiasutused taganud ega hinnanud nende kvaliteeti.

Eeskirjad, mis reguleerivad ehitamist üldiselt (nt ehituseeskirjad), võivad sisaldada rohkem või vähem rangeid nõudeid ehitamisel kasutatavatele kemikaalidele. Algselt oli ehituseeskirju vaja kaitseks tüüpiliste ohtude (nt tulekahjude) eest või hoonete püsivuse tagamiseks. Kahjuks on ehituses kasutatavaid kemikaale reguleerivad eeskirjad sageli üldised ja vähedetailsed. Ehitusobjekte käsitlevad töötervishoiu ja tööohutuse eeskirjad on konkreetsemad.

Keskkonnakaitse seisukohast on olulised keskkonnaseadustik ja -eeskirjad (sealhulgas õhu, pinnase ja vee kaitseks), kui nad sätestavad ohtlike ainete kohta nõudeid, mida ehituses tuleb järgida.

Joonisel 7.2 on esitatud näiteid Läänemere maades kasutatavatest eri liiki eeskirjadest. Näiteks on olemas lugematul arvul tehnilisi eeskirju, mis käsitlevad ohtlike ainete käitlemist ehitusobjektidel.

Seetõttu on siin toodud üksnes näitlik ülevaade, mis aitab mõista õigusaktide põhisuundi ja kahjuks ka nendes olevaid lünki.

Isegi lihtsustatud esitusviis koos eeskirjade näidetega annab ikkagi liiga vähe teada, millised eeskirjad või eeskirjade kombinatsioonid vastavad tarbijate ootustele ohtlike ainete vabade ehitusmaterjalide suhtes.

Milline riik esitab rohkem nõudeid, kui on REACH-määruses?

Kahjuks on praegune olukord selline, et õigusaktid ei suuda vältida ohtlike ainete esinemist ehitusmaterjalides.

Vajadus täita lünk tarbijate ootuste ja materjalides tegelikult leiduvate ohtlike ainete vahel on endiselt oluline ja käesolev kataloog proovib seda täita.

Joonis. 7.2

Kemikaalide ja ehitusega seotud eeskirjade ülevaade

Siseriiklikud õigusaktid							
FI	EE	LV	LT	SE	DE	DK	PL
Keskkonnakaitse määrus 713/2014, Keskkonnakaitse seadus 527/2014	Keskkonnaseadustiku üldosa seadus		Keskkonnakaitse seadus	Rootsi keskkonnanõudeks (1998:808)	Õhu-, pinnase- ja veekaitse seadused	Keskkonnakaitse seadus	Keskkonnaseadus
Ehitusseadus 751/2023	Ehitusseadus	Ehitusseadus	Ehitusseadus	Rootsi Ehitusmäärus	MBO, HbauO, MVV TB	Byggeloven-ehitusseadus	Ehitusseadus
Kemikaaliseadus 599/2013	Kemikaaliseadus		Keemiliste ainete ja valmististe seadus	Rootsi Kemikaaliagentuuri määrused	Kemikaaliseadus		
Tervisekaitse seadus 763/1994	Töötervishoiu ja tööohutuse seadus		Tööohutuse ja töötervishoiu seadus	Töökeskkonnaameti määrused		Töötervishoiu ja tööohutuse seadus	
Jäätme seadus 646/2011	Toote nõuetele vastavuse seadus	Kaupade ja teenuste ohutuse seadus	Tuleohutuse põhinõuded	Jäätmemäärus (202:614)	Suletud ainsüklilise haldamise seadus		Veeseadus/ Taaselustamise seadus

8 Andmebaasid, platvormid ja teabeallikad

Selles peatükis leiate end rändamas mööda mitmesuguseid teabeallikaid, andmebaase ja platvorme, mis on mõeldud ehitusvaldkonna mitmesuguste huvirühmade abistamiseks. Meie fookuses on kestlikud ehitustavad, kestlike ehitusmaterjalide valimine ja keskkonnastandardite järgimine.

Peatükis on kolm detailsusastet.

- Kas soovite lihtsalt leida oma eesmärgi jaoks sobivaid kestlikke ehitustooteid? Võiksite tutvuda (märgistatud) toodete andmebaaside või platvormidega, milles on lihtne ja koondatud teave. Need vahendid on mõeldud ostuotsuste juhtimiseks ja kõigile kättesaadavate keskkonnasõbralike valikute tegemiseks.
- Mis siis, kui olete spetsialist ja peate täitma kestlikkusnõudeid, kuid teil puuduvad selles valdkonnas ulatuslikud teadmised? Kaaluge tutvumist andmebaasidega, mille funktsionaalsus hõlmab näiteks interaktiivseid projektipäevikuid, projektiandmebaase ja suhtlusplatvorme. Need platvormid pakuvad otsest teavet ja abi ehituskvaliteedi dokumenteerimise nõuete täitmiseks.
- Kas olete sügavalt spetsialiseerunud kestlike tavade mõistmisele ja elluviimisele? Võiksite uurida teadusandmestikke ja neid andmestikke kasutavaid andmebaase (nt toote keskkonnadeklaratsioonide andmebaase). Need vahendid vajavad tõlgendamiseks teatud taseme asjatundlikkust ja pakuvad sügavuti minevaid ülevaateid kestlikust ehitamisest.



8 Sissejuhatus

Kirjeldatud teabeallikad valiti, kui oli täidetud vähemalt üks järgmistest tingimustest:

- partneromavalitsused kasutavad neid;
- neid peetakse kestliku ehitamise tavaliseks teabeallikaks.

Kui allikad olid tulundusühingute eraomandis, valiti nad juhul, kui:

- partnerid kasutavad neid tavatöös;
- need on ainukesed seda liiki vahendid antud riigis.

Allolev tabel näitab, millisest jaotisest on vajaliku teabe leidmine kõige tõenäolisem. Andmebaasid, platvormid ja muud teabeallikad rühmitatakse seejärel jaotistesse (konkreetsete sihtrühmade kaupa) ning iga jaotise alguses tuuakse välja, milline vahend millisele NHC3 sambale keskendub ja millisele sihtrühmale võiks see kasulik olla.

Tabel. 8.1

Peatüki struktuuri ja sihtrühma kirjeldav tabel.

Jaotis	Eesmärk	Sihtrühm
(1) Tooteandmebaasid või-platvormid	Soovid lihtsalt leida jätkusuutlikke ehitustooteid oma eesmärgi jaoks	Kõik, kes on huvitatud jätkusuutlikust ehitusest, olenemata taustteadmistest
(2) Haldusfunktsioonidega andmebaasid ja platvormid (interaktiivseid projektipäevikud, projektid, toote hindamised, suhtlusplatvormid)	Pead järgima jätkusuutlikkuse nõudeid, kuid sul puuduvad põhjalikud teadmised selle teema kohta	Ehitussektori spetsialistid, olenemata taustteadmistest kemikaalide, ringmajanduse, kliimamõju või üldise jätkusuutlikkuse osas
(3) Andmeid või andmestikke kasutavad andmebaasid ja muud teabeallikad, mis nõuavad lugejalt võrdlemist ja tõlgendamist	Oled sügavalt pühendunud jätkusuutlike praktikate mõistmisele ja rakendamisele	Spetsialistid, kellel on taustteadmised kemikaalide, ringmajanduse, kliimamõju või üldise jätkusuutlikkuse kohta

Selles jaotises kirjeldatakse Läänemere maades kasutatavaid (märgistatud) toodete andmebaase. Need on kergestikasutatavad andmebaasid, kus tuttavad tooted on juba hinnatud või märgistatud. Seda liiki vahendite kasutamine vajab vähe taustateadmisi ehitusmaterjalide või NHC3 kolmel sambal (kemikaalid, ringlussevõetavus, kliima) põhineva lähenemisviisi kohta. Need vahendid on mõeldud ostuotsuste juhtimiseks ja kõigile kättesaadavate keskkonnasõbralike valikute tegemiseks.

Allolevas nimekirjas on ülevaade, mis võimaldab kiiresti tuvastada kõige sobivama töövahendi vastava situatsiooni jaoks. Kui õige vahend on leitud, on võimalik kaevuda sügavamale, et saada paremini aru selle tööst ja viisidest vajaduste parimaks rahuldamiseks.

Link:
[ccbuild.se/en/
marketplace/products](http://ccbuild.se/en/marketplace/products)
[www.loopfront.com/
about](http://www.loopfront.com/about)

Ringlussevõetavuse platvormid CCBuild ja Loopfront (Rootsi)

Jaotis (sihtrühm):

1 (1,2)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

Ringlussevõetavuse aspektiga integreeritud kliimaaspekt (CO₂ heite vähendamine ringlussevõetavate materjalide hankimise tulemusel)

Üldine kirjeldus

Rootsis on mõned digiplatvormid, mis keskenduvad ringlussevõetavusele (taaskasutatavusele) ehitusvaldkonnas. Turustusplatvormid Loopfront ja CCBuilds on kaks neist. Loopfrontis peab ettevõttel toodete registreerimiseks ja otsimiseks olema tasuline kasutajakonto. Süsteemis saavad nad tooteid registreerida ja otsida ning näidata näiteks CO₂ heite ja jäätmete vähendamisest tekkivat raha- ja keskkonnasäästu.

Turustusplatvormil CCBuilds peab müüjatel toodete registreerimiseks olema kasutajakonto, kuid igaüks saab tooteid otsida. Võib leida igasuguseid kasutatud ehitusmaterjale ja sisustust, nagu aknaid, telliseid, köögisisustust, radiaatoreid, põrandakatteid, valgusteid ja palju muud. Toksilisuse kindlakstegemine on raske, kuna taaskasutatavate toodete täpne koostis pole teada. Ka võib üldine teave toodete kohta olla väga varieeruv.

Link:
[www.dgnb-navigator.
De/produkt Datenbank](http://www.dgnb-navigator.de/produkt Datenbank)

DGNB Navigator (Saksamaa)

Jaotis (sihtrühm):

1 (1,2)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

üldine keskkonnasäästlikkus

Üldine kirjeldus

DGNB Navigator on Saksamaa kestliku ehituse nõukogu pakutav veebiplatvorm, mille eesmärk on kestlike ehitustavade edendamine näiteks kõikehõlmava tooteandmebaasi pakkumisega ja ehitustoodete hindamisega. Selles jaotises kirjeldatakse üksnes tooteandmebaasi. Lisateave platvormi ja selle kasutamise kohta on 2. jaotises.

Kui tootja soovib toote hindamist, esitab ta asjakohased andmed ja haldab neid. DGNB annab standardse vormi toodete registreerimiseks, kontrollib hindamisel sisestatud andmete usutavust ja täielikkust ning võrdleb tooteid kestlikkuse aspektist lähtudes. Olulisel kohal on saasteainete või ohtlike ainete sisaldus, tootmisel tekkiv CO₂ heide ja ringlussevõtmise hõlpsus. DGNB Navigatoris olevate toodete

8 Tooteandmebaasid või -platvormid

esimese või teise taseme sertifikaate ei näidata, kuna need ei võta arvesse olukorda paigaldamisel. DGNB soodustab läbipaistvust ja tõstab esile tooted, mille läbipaistvus ja andmekvaliteet on eriti kõrgel tasemel. Selliste toodete kohta on avalikult kättesaadavad kõik andmed ja toote keskkonnadeklaratsioon.

Tooteid saab otsida materjali, hinnavahemiku ja tootja järgi või üldise otsinguga. Kuna on tootja otsustada, mis andmeid ta toote lehel avaldab, on teave toodete kohta varieeruv. Seost DGNB ehitussertifikaatide kriteeriumidega näidatakse värvi-
kalt kohe tootekirjelduse all. Kui see teave tuleb tootjatelt, on see keemilise koostise juures.



Soome keskkonnaadministratsioon (Soome)

Jaotis (sihtrühm):

1 (1)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

keemilise koostise ja ringlussevõetavuse aspekt

Üldine kirjeldus

Ymparisto.fi on Soome keskkonnaadministratsiooni veebileht. Põhiteemad on turvaline elukeskkond, elurikkuse säilitamine ja keskkonnakahjude vältimine.

Veebilehte hoiavad töös ja selle sisu loovad järgmised asutused, mis kokku moodustavad Soome keskkonnaadministratsiooni: keskkonnaministeerium, Soome Keskkonnainstituut (Syke), 13 majandusarengu-, transpordi- ja keskkonnakeskust (ELY keskused) ja riigi piirkondlikud haldusametid (AVI).

2017. aastal avaldas Soome keskkonnaadministratsioon andmebaasi/andmepanga (saadaval üksnes soomekeelsena) vanade ehitusmaterjalide kohta.

Ehitusmaterjalide andmebaasis on teave vanade ehitusmaterjalide omaduste, kasutamise ja kahjulikkuse kohta. Teavet saab otsida materjali või toote nime, kasutusaja või kasutusotstarbe järgi.

- Materjale saab andmebaasist otsida materjali (puit, betoon) või toote nime (Halltex, Siporex jne), kasutusaja (nt maja valmimise aasta) või kasutusotstarbe (välissein, vett endas hoidev katus jne).
- Tootenimede jaotises on toodud kõige tavalisemad tootenimed, mida kõnealuse materjali jaoks kasutatakse. Teatud tootenimesid on kasutatud aastakümneid, kuid toodete koostis võib olla muutunud: näiteks on kahjulikud ühendid asendatud ohutumate variantidega.
- Kasutusaeg tähendab ajavahemikku, mille jooksul on materjal olnud Soome turul või ehituses üldiselt kasutatav.
- Kasutusotstarbe jaotises on selgitatud, millised on toote tüüpilised kasutusala-
d või millistes hooneosades seda on kasutatud (nt välisseinas, põrandakattena,

Link:

[www.ymparisto.fi/ en](http://www.ymparisto.fi/en)
[hwww.ymparisto.fi/fi/
rakennettu-ymparisto/
rakentaminen/
kiinteistojenyllapito-
ja-korjaaminen/
rakennusmaterii](http://hwww.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentaminen/kiinteistojenyllapito-ja-korjaaminen/rakennusmaterii)
[aallientietopankki?
size=n_200_n](http://aallientietopankki?size=n_200_n)

[cer.rts.fi/en/m1-
emission-class-for-
buildingmaterial/
search-m1-paastoluo](http://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-buildingmaterial/search-m1-paastoluo)
kiteltu-ja-tuotteita/

pinnatöötlusvahendina jne).

- Materjali peamiste omaduste jaotis teeb kokkuvõtte materjali või toote valmistamisest, selles sisalduvatest ainetest ja muudest omadustest.
- Jaotises kahjulikkuse kohta demonteerimisel/allesjätmisel kirjeldatakse materjali kahjulikkust.

Jaotises taaskasutamise ja/või regenereerimise kohta on esitatud teave kasutuselt kõrvaldatud materjali utiliseerimisvõimaluste või jäätmejaama toimetamise kohta. Taaskasutamine tähendab toote või selle osa uuestikasutamist (müüki, toimetamist taaskasutuskeskusesse jne) samal eesmärgil, milleks see oli algselt mõeldud. Tüüpilised taaskasutatavad osad ja materjalid on näiteks ukSED, aknad, küttekolded, ahjud, palgid, tellised, puit jne. Utiliseerimine tähendab materjali kasutamist uuel eesmärgil (nt kivi jäätmete kasutamist pinnasetäitena), lähteainena ringlussevõetud tootes (klaas klaasvilla lähteainena) või kasutamist energiatootmisel (kasutuselt kõrvaldatud vill kütusena).

- Jäätmekäitluse jaotis selgitab, mida teha siis, kui toodet või materjali ei saa enam kasutada.

M1 andmebaas (Soome)

Jaotis (sihtrühm):

1 (1)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

LOÜ-de keemilised aspektid ja lõhn

Üldine kirjeldus

Ehitusteabe sihtasutus RTS (Rakennustietosäätiö) on eraomandis ja varustab Soomes ehitusvaldkonda andmete ja oskusteabega. Lisaks väljaannetele, suunistele ja koolitusmaterjalidele ehitamise mitmesuguste aspektide, sealhulgas kestliku ehitamise tavade, energiatõhususe ja ringmajanduse kohta, avaldab RTS materjali- ja tooteandmebaase. Tooteteabeandmebaas on põhilandmebaas, mille osad on M1 ja RTS-i toote keskkonnadeklaratsioonide andmebaas. Selles jaotises käsitletakse üksnes M1 andmebaasi. Lisateabe saamiseks RTS-i kohta vt 3. jaotist.

M1 andmebaasis on M1-märgisega (vt ökomärgised) ehitusmaterjalid ja selle eesmärk on väheste heitmetega ehitusmaterjalide väljatöötamise soodustamine. Keemiliselt on fookus LOÜ-del. M1 andmebaasis on kõik M1-märgisega materjalid ja tooted. Kui toodet seal ei leidu, pole toode sertifitseeritud. Kui ettevõtte soovib toote andmebaasis registreerida, on esimene samm avalduse täitmine veebilehel. Täiendavad sammud on protokollkohased laboriuuringud (ainult tunnustatud laborites) ja hindamine valdkondadevahelises komitees. Andmebaas on tasuta ja on osa RT-Tuotetieto andmebaasist, kuid seda saab kasutada ka eraldi. M1 andmebaasis saab otsinguid teha materjali või toote liigi, kaubanime või tootja järgi. Andmebaasis on mitmesugused ehitusmaterjalid, kuid selles pole teavet ringlussevõetavuse või kliimaneutraalsuse kohta. Toodetel ei saa klõpsata, on ainult nimekiri. Seetõttu on ka piiratud iga toote kohta käiv teave täpse kemikaalisalduse kohta. M1-klassi materjalid ja tooted peavad vastama Rakennustieto veebilehtedel esitatud nõuetele. Teavet mõne M1 andmebaasis oleva toote kohta võib leida RTS EPD andmebaasist.

Sentinel Haus

Jaotis (sihtrühm):

1 (1)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

tervisenäitajatega seotud keemiline aspekt

Üldine kirjeldus

Sentinel Haus on DBU uurimisprojektist alguse saanud asutus, mis on tuntud ter-
vislike eluviiside valdkonnas tehtava töö poolest. Selle süda on Euroopa suuremaid
andmebaase, milles on kontrollitud tervisemõju ja kestlikkusega tooted (Sentinel
Portal).

Platvorm on vaba juurdepääsuga ja seda saavad kasutada nii kutselised planeerijad
kui ka tarbijad. On olemas eraldi väike jaotis isetegijatele koos praktiliste nõuan-
netega tüüpiliselt meisterdamistööde (nt värvimise ja plaatimise) jaoks. Katsekri-
teeriumid töötati rohkem kui 10 aastat tagasi välja eco-Instituti ekspertide ja öko-
märgise „natureplus“ kriteeriumikomisjoni ühistööna. Sellest ajast on kriteeriume
vastavalt teadusavastustele ja õiguslikele nõuetele pidevalt täiendatud. Fookuses
on siseruumide õhu kvaliteet: kasutatavad materjalid ei tohi saastada siseõhku oht-
like ainetega (nt CMR-ainetega) tervisele kahjulikul määral. Hindamisel on otsusta-
vad föderaalse keskkonnaameti suunisväärtused siseõhu jaoks. Eriti ohtlikke aineid
võetakse arvesse alates 0,01% sisaldusest. Tootemärgis „kahjulike ainete sisaldus
on kontrollitud“ kinnitab vastavust konkreetsetele katsekriteeriumidele. Kõiki and-
mebaasis „Sentinel Portal“ olevaid märgiseid kontrollitakse kvaliteedi ja nõuete
mõttekuse suhtes. Ettevõtetele, kutsetöötajatele ja ehitistele väljastatakse täienda-
vaid märgiseid. Märgis „QNG Ready“ („QNG-valmis“) vastab DGNB kestlike hoonete
kvaliteedimärgi (QNG) kriteeriumidele ja on nõue rahastuse saamiseks KfW-pan-
galt.

Link: [www.sentinel-
haus. De/de](http://www.sentinelhaus.de/de)

Link: [www.sentinelhaus.
de/de/SentinelHaus/
Qualit%C3%A4ten/
Qualitaeten-
Pruefkriterien](http://www.sentinelhaus.de/de/SentinelHaus/Qualit%C3%A4ten/Qualitaeten-Pruefkriterien)

Selles jaotises tutvustatakse andmebaase ja platvorme, mille funktsionaalsus hõlmab näiteks interaktiivseid projektipäevikuid, projektandmebaase, suhtlusplatvorme ja sertifitseerimisvalikuid. Need platvormid pakuvad otsest teavet ja abi dokumenteerimiskoostiste täitmiseks.

Nimekirjas on ülevaade, mis võimaldab kiiresti tuvastada kõige sobivama töövahendi vastava situatsiooni jaoks. Kui õige vahend on leitud, on võimalik kaevuda sügavamale, et saada paremini aru selle tööst ja viisidest vajaduste parimaks rahuldamiseks.

Link: www.bastaonline.se/en

Basta (Rootsi)

Jaotis (sihtrühm):

1 (1,2)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

keemiline aspekt (põhiline), ringlussevõetavus- ja kliimaaspekt (vabatahtlikult)

Üldine kirjeldus

Süsteem BASTA on mõeldud igaühele, kes tahab teha teadlikke tootevalikuid, selle eesmärk on ohtlike ainete kasutuselt kõrvaldamine. Kasutajad võivad olla kinnisvaraomanikud, töövõtjad, arhitektid, eraisikud j.t. BASTA on mittetulundusettevõtte, mille omanikud on Rootsi Keskkonnauuringute Instituut (IVL) ja Rootsi Ehitusliit.

Bastal on kuus hindamistaset, kõige tavalisemad on „Basta“ ja „Beta“. Hindamistase „Basta“ on kemikaalisalduse kriteeriumide kohalt umbes samal tasemel kui BVB „Aktsepteeritav“. „Beta“ ja ülejäänud hindamistasemed on väiksemate nõudmistega kui BVB „Aktsepteeritav“.

Tarnijad deklareerivad tooteid ise, mis tähendab, et nad otsustavad, kas toode vastab kriteeriumidele. Kui toode vastab teatud kriteeriumidele, arvatakse ta Basta nimekirja. Tarnijad sõlmivad Bastaga liitumiseks lepingu, kui nad on seda teinud ja läbinud Basta tutvustuse, saavad nad tooteid registreerida. Tarnijad peavad süsteemis olevat teavet ise uuendama. Nad saavad küsida abi ja kasutada juhenddokumente. Basta auditeerib tarnijaid ning kontrollib nende pädevust toodete deklareerimiseks ja teabe uuendamist.

Basta korraldab tasuta kursusi päevikute, hindamiste ja kriteeriumide kohta, poolepäevane koolituskursus kriteeriumide kohta on tasuline. Kohustuslikud kriteeriumid hõlmavad peamiselt kemikaalisaldust, on ka mõned valikulised kriteeriumid, mis puudutavad ololusringi aspekte. Bastal on kriteeriume välja töötav teadusnõukogu, milles on esindatud kliendid, ehitusettevõtjad, arhitektid ja tarnijad. Tooteid saab otsida igaüks, kuid päeviku pidamiseks on vajalik kasutajakonto. Tooteteabega lehel näidatakse üldist teavet ja toote vastavust kriteeriumidele. Dokumentide näitamine on tarnija jaoks valikuline, enamiku toodete koostist ega dokumente ei näidata.

Basta sisaldab mõnesid aspekte kolme samba põhimõttest.

- Toksilisuse aspekt on osaliselt kaetud kemikaalisalduse kriteeriumidega, kuid nagu ülal on öeldud, ei näidata enamiku toodete koostist. Seda teevad nii BVB kui ka Sunda Hus.
- Basta ringlussevõetavuse nõuete täitmine on vabatahtlik. Tarnija saab näidata, kas toode vastab ringlussevõetud materjalide sisalduse ja taastuvate materjalide sisalduse kriteeriumidele, kas toodet saab taaskasutada või ringlusse võtta ja kas ettevõttel on toote jaoks ringluspõhine ärimudel.
- Bastal on kemikaalisalduse kriteerium kliimat mõjutavate kasvuhoonegaaside kohta. Tarnija saab valikuliselt näidata ka kliimaandmeid kolmandate osapoolte toodete keskkonnadeklaratsioonidelt.

Byggvarubedomningen (Rootsi)

Jaotis (sihtrühm):

2 (2)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

fookus on kemikaalidel ja olulusringil, sageli on arvestatud ühiskonna- ja kliimaaspekte, dokumenteerimiseks on interaktiivne logiraamat

Üldine kirjeldus

Byggvarubedomningen (BVB) on mittetulunduslik organisatsioon, mis kuulub liikmetele. Liikmeid on üle 70 ja nende hulka kuuluvad kinnisvaraomanikud, omavalitsusüksused, läänivolikogud, arhitektibürood, ehitusettevõtted ja täielikult nende omanduses olevad tütarettevõtted. Liikmed tegutsevad aktiivselt juhatuses ja mitmesugustes foorumites, mis aitavad kaasa ettevõtte arengule.

BVB asutati 2000-ndate aastate alguses, kuna teatud ainete (nt asbesti ja PCB-de) kasutamine tekitas tööstuses terviseriskidega ja kuluka kahjutustamisega seotud suuri probleeme. Tööstus vajas abi hoonetes olevate materjalide dokumenteerimiseks ja kestlike toodete valimiseks. Töötati välja logiraamatu alus, kus sai teha valiku hinnatud toodete seast, tooteid hinnata ja seda logiraamatus dokumenteerida. Logiraamatu eesmärk oli tagada, et hoone renoveerimise või lammutamise ajal oleks täpselt teada, mis materjale hoone ehitamisel on kasutatud.

Kolme hindamistaset esitatakse valgusfoorivärvidega: roheline on „Soovitav“, kollane „Aktsepteeritav“ ja punane „Tuleb vältida“. Tootele antakse üks hindamistase sisalduse kriteeriumide põhjal, üks olulusringi kriteeriumide põhjal ja üks kahe kriteeriumi summana. BVB-l on ka valikulised kriteeriumid tarneahelate kestlikkuse jaoks. Nende alus on ÜRO äri- ja inimõiguste põhimõtted.

Nii kemikaale kui ka tooteid hinnatakse mitmesuguste kriteeriumide põhjal. Kemikaalisalduse kriteeriumid põhinevad EL-i õigusaktidel (nt REACH ja CLP) ja Rootsi Kemikaaliameti asendusprioriteetide juhendil (PRIO). Olulusringi kriteeriumid põhinevad õigusaktidel, riigisisesel tavadel, uuringutel ja poliitikal. Need kaks kriteeriumide valdkonda on kohustuslikud ning õigus- ja haldusnormidele vastamiseks uuendatakse neid regulaarselt. Kriteeriume uuendab liikmesorganisatsioonide esindajatest koosnev kriteeriumide töörühm.

Allpool on teavet süsteemi kasutajatele.

- Tarnijad vajavad hindamise taotlemiseks kasutajakontot.
- Hindamist käsitletakse tasuta veebinaridel, tarnijaid abistatakse nii e-posti kui ka telefoni teel.
- Projektis osalejad vajavad toodete otsimiseks ja logiraamatu loomiseks kasutajakontot.
- Pärast projekti ja logiraamatu lõpetamist salvestatakse see BVB süsteemis.
- Otsinguriistal on mitmesuguseid võimalusi, nt otsing toote või tarnija nime järgi, hindamistasemete filter, välditavate kemikaalide valik jne.

Tootekaardil näidatakse järgmist teavet: toote nimetus, tarnija, toote hinnang mitmesuguste kriteeriumide põhjal, toote koostis, dokumendid ja ülevaade toote vastavusest mitmesuguste sertifitseerimissüsteemide nõuetele.

- On saadaval tasuta veebinarid näiteks BVB ja logiraamatu tutvustamiseks.

Logiraamatu ja konto kasutajaid abistatakse nii e-posti kui ka telefoni teel.

NonHazCity3 kolme samba põhimõtte aspektid katab BVB mitmel viisil. Toksilisust hõlmavad peamiselt kemikaalisalduse kriteeriumid. Sisalduse kriteeriumid kehtivad toodetes sisalduvate ainete suhtes ning hõlmavad mitmesuguseid ohuklassifikatsioone ja piirsaldusi, millele peaks vastama toode, mis kuulub ühte kolmest

Link:

byggvarubedomningen.com

hindamistasemest. Kriteeriumid hõlmavad nii tervise- kui ka keskkonnaaspekte, nt allergeensust, ägedat mürgisust, keskkonnaohtlikkust ja endokriinfunktsiooni kahjustavat toimet.

On olemas ka olulusringi kriteeriumid, mis hõlmavad toksilisuse aspekte: nõuded, mis reguleerivad LOÜ-de (lenduvate orgaaniliste ühendite) heidet sisekeskkonda, ohtlikke jäätmeid hõlmav kriteerium ja kriteerium, mis hõlmab ohtlike ainete eraldamist keskkonda.

Ringlussevõetavuse aspekt on hõlmatud mitme olulusringi aspekti kriteeriumiga, näiteks:

- tõstetakse esile tooteid, milles on $\geq 50\%$ taastuvaid lähteaineid või $\geq 50\%$ ringlussevõetud materjale;
- esile tõstetakse FSC/PEFC-sertifikaadiga puitu sisaldavad tooted, ohustatud puuliikide puitu sisaldavad tooted saavad hinde „Tuleb vältida“;
- toode tõstetakse esile, kui selle tootmisel moodustavad taastuvad ressursid $\geq 50\%$ kasutatud primaarenergiast;
- esile tõstetakse tooted, mida saab taaskasutada või ringlusse võtta;
- prügilasse minevad tooted saavad hinde „Tuleb vältida“.

Üks nii ringlussevõetavust kui ka kliimat hõlmav olulusringi kriteerium tõstab esile taastuva primaarenergia kasutamist tootmisel. On olemas ka kriteerium, mis hõlmab kasvuhoonegaaside piirsisaldusi. BVB võtab kliimaandmed konkreetse toote keskkonnadeklaratsioonist (EPD), mis on näidatud tootekaardil. Projektid saavad neid andmeid kasutada kliimadeklaratsioonide jaoks. BVB on alustanud koostööd ettevõttega Plant, mis on andnud välja tarkvara, mis teeb kliimaarvutusi ehitusteabe modelleerimise põhjal. Kahe integreeritud süsteemi kasutajad saavad teha kliimaarvutusi ehitusteabe modelleerimise põhjal ja vaadata oma päevikutest toodete kliimaandmeid.

Link: concular.de

Concular (Saksamaa)

Jaotis (sihtrühm):

2 (2,3)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

ringlussevõetavuse aspekt

Üldine kirjeldus

Concular läheneb asjadele teisiti kui ülalkirjeldatud asutused. Tegemist on ettevõttega, mis kujunes esimesest suuremast ringlussevõetavate toodetega kauplemise kohast „restado“ aastal 2020 ja käitleb taaskasutatavaid ehitusmaterjale. Ettevõtte pakub lammutamisest ülejäävate materjalide ringlussevõetavuse kontrollimist (sealhulgas ehitise külastamist), taaskasutatavate materjalide käitlemist (müümist ja hankimist) ning platvormi, mille kaudu neid müüa. Lisaks töötavad nad välja hoonete digitaalprofiile ja -passe, mida saab kasutada hoonete (ja toodete) haldusvahendina nende elutsükli kõigis etappides, mõned neist kasutavad DGNB lähenemisi ning kogu hoone või selle osade olulusringi hindamist. Siiski on see ikka veel beetastaadiumis. Nad pakuvad nõustamisteenuseid paljudel teemadel: ringlussevõetud materjalid, olulusringi hindamine, stsenaariumid ja variandid, materjalivalik, aruandlusnõuete täitmine ja väärtuse arvutamine.

Poes müüdavad materjalidel on kontrollitud toimivust ja ohtlike ainete sisaldust. Vastutus on hoone omanikul. Concular võtab arvesse dokumendid, mille on kättesaadavaks teinud müügipersonal.

Taani Ehitusuuringute Instituudi (SBI) andmebaas BYG-ERFA (Taani)

Link: build.dk/

Jaotis (sihtrühm):

2 (2,3)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

üldine kestlikkus

Üldine kirjeldus

SBI on Aalborgi ülikooli partner ning sõltumatu uurimis- ja nõustamisasutus, mis keskendub kestlikule ehitamisele ning annab avaldatud aruannete ja viidete kaudu teavet kliimanetraalsuse ja ehitusmaterjalide ringlussevõetavuse kohta. Lisaks uurimis- ja nõustamisteenustele töötavad nad välja suuniseid ja pakuvad vahendeid kestlike ehitustavade toetamiseks.

Üks selline tööriist on BYG-ERFA andmebaas, mis annab teavet ehitusega seotud hindamise, kogemuste ja parimate tavade kohta Taanis. Selle eesmärk on teadmiste jagamise ja vastastikkuse õppimise soodustamine ning kestliku ehitamisega seotud tavade pidev parendamine Taani projektides.

Andmebaasile pääseb juurde tasuta kasutajakonto kaudu ja see on mõeldud professionaalidele. Andmebaasis on ka hindamisvahendiga BYGGE RATING saadud tulemused kasutajatele, kes selle teenuse on tellinud.

Kokkuvõttes on see andmebaas koos ulatuslike SBI aruannete ja väljaannetega väärtuslik tööriist ehitusala professionaalidele, kes saavad õppida eelnenud kogemusest ja teha teadlikke otsuseid tulevaste projektide kohta.

DGNB Navigator ja DGNB System (Saksamaa, rahvusvaheline)

Link: www.dgnb.de/en/

DGNB Navigator kokkuvõtlikult

DGNB Navigator, mille eesmärk on kestlike ehitustavade edendamine, pakub kutsetöötajatele põhjalikku teavet, suuniseid ja haldussüsteemi, mis on ühendatud DGNB hoonete sertifitseerimissüsteemiga. Pakutav andmebaas on tooteandmebaas. Kõik selles avaldatud tooteid on hinnanud DGNB.

Jaotis (sihtrühm):

2 (2)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

üldine kestlikkus

Üldine kirjeldus:

DGNB Navigator on Saksamaa kestliku ehituse nõukogu pakutav veebiplatvorm, mille eesmärk on kestlike ehitustavade edendamine kõikehõlmava tooteandmebaasi pakkumisega ja ehitustoodete hindamisega. Platvormi osa, kuhu tuleb sisse logida, on tehtud tootjatele, arhitektidele ja planeerijatele ning ka DGNB audiitoritele. See toimib ka sillana DGNB sertifitseerimise juurde.

Kui tootja soovib toote hindamist, esitab ta asjakohased andmed ja haldab neid. DGNB annab standardse vormi toodete registreerimiseks, kontrollib hindamisel sisestatud andmete usutavust ja täielikkust ning võrdleb tooteid kestlikkuse aspektist lähtudes. Olulisel kohal on saasteainete või ohtlike ainete sisaldus, tootmisel tekkinud CO₂ heide ja ringlussevõtmise hõlpsus. DGNB Navigatoris olevate toodete esimese või teise taseme sertifikaate ei näidata, kuna need ei võta arvesse olukorda paigaldamisel. DGNB soodustab läbipaistvust ja tõstab esile tooted, mille läbipaistvus ja andmekvaliteet on eriti kõrge tasemel. Selliste toodete kohta on avalikult kättesaadavad kõik andmed ja toote keskkonnadeklaratsioon.

Tooteid saab otsida materjali, hinnavahemiku ja tootja järgi või üldise otsinguga. Kuna on tootja otsustada, mis andmeid ta toote lehel avaldab, on teave toodete kohta varieeruv. Seost DGNB ehitusertifikaatide kriteeriumidega näidatakse värvikalt kohe tootekirjelduse all. Kui see teave tuleb tootjatelt, on see keemilise koostise juures.

Kui taotletakse hoone (projekti) sertifitseerimist, võib audiitor lisada DGNB Navigatoris avaldatud ja hinnatud tooted projektile. Kui mõnda toodet pole DGNB Navigatoris, peab audiitor lisama nõutavad tõendid, neid hindama ja sertifitseerimisalasse üles laadima. Ühenduse võtmine toote valmistajaga on võimalik sisselogimisel. Sertifitseerimisala kasutatakse ka DGNB sertifikaadiga hoonete andmete dokumenteerimiseks ja see on avatud ainult DGNB audiitoritele.

Registreerimisel ja sisselogimisel saab projekte (ja neis olevaid tooteid) hõlpsasti võrrelda, kuna toodete registreerimine ja hindamine toimub süstemaatiliselt (ja ühtselt) ning toodete kohta käiv teave on põhjalikult liigendatud.

Lisaks pakub platvorm suuniseid ning selgelt liigendatud ja terviklikku teavet hindamise ja sertifitseerimise ning toodete otsimise kohta. Teave on suunatud professionaalidele. Tooteandmebaasi saavad esmaseks tooteotsinguks kasutada ka hoonete omanikud, andmeid saab seejärel täiendada vastavate toote keskkonnadeklaratsioonide otsinguga. Täielikud andmestikud ja sertifitseerimised on kättesaadavad ainult pärast sisselogimist (on mõeldud ainult professionaalidele).

DGNB System (rahvusvaheline) on üle 2000 liikmega võrgustik, mis ulatub üksikisikutest arhitektideni ja neist tööstuseni. Selles on ka DGNB Academy, mis on koolitusplatvorm kestlike ehitustavade õpetamiseks, ja DGNB Navigator koos andmebaasiga, aga ka ühendatud sertifitseerimissüsteem. See, millist liiki teavet DGNB Systemi liikmed esitavad ja milliseid töövahendeid nad pakuvad, on riigiti ja ajas muutuv.

Taani Keskkonnahoidliku Ehitamise Nõukogu (DGNB Denmark)

Link: www.dgnb-system.de/en/system/international/denmark/index.php;
www.dgnb.de/en/certification/important-factsabout-dgnb-certification/certify-projects-internationally

Taani Keskkonnahoidliku Ehitamise Nõukogu on mittetulunduslik organisatsioon ja alates 2011. aastast ka DGNB Systemi osa, mis on ühendatud ka DGNB hoonete sertifitseerimissüsteemiga. GBC-DK ise hõlmab 315 liikmega võrgustikku ettevõtetest ja organisatsioonidest üksikisikuteni, kes kõik tegutsevad ehitatud keskkonna kestlikuks muutmise nimel.

2020. aastal ilmus DGNB rahvusvaheline versioon. Selles versioonis on kõik 2018. aasta saksakeelse versiooni kriteeriumid ja ka ajakohastatud tuleohutuseeskirjad. Taanis on rahvusvahelist versiooni kohandatud Taani nõuete ja eeskirjadega.

Sunda Hus (Rootsi)

Link: www.sundahus.se/en/

Jaotis (sihtrühm):

2 (2)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

keemiline aspekt on põhiline; kliima ja ringlussevõetavus olulusringi hindamise kaudu

Üldine kirjeldus

Sunda Hus on 1990. aastal asutatud eraettevõtte, kes aitab organisatsioonidel parandada sisekeskkonda. Tänapäeval on nende eesmärk anda ehitusprojektidele võimalus teha kestlikke tootevalikuid ja dokumenteerida tooteid logiraamatus.

Hindamisi teevad töötajad. Sunda Hus osutab nõustamisteenuseid, mis abistavad organisatsioone ehitamisel ning keskenduvad tootevalikule ja dokumenteerimisele.

8 Haldusfunktsioonidega andmebaasid ja platvormid

On kliente (nt omavalitsusüksused ja ehitusettevõtted), kes kasutavad Sunda Husi oma hindamissüsteemina.

Toodete otsimiseks ja logiraamatu loomiseks on vajalik kasutajakonto. Tooteteave hõlmab üldisi andmeid (näiteks toote nimetust, tarnijat jne), toote kriteeriumidele vastavust, hindamistaset, toote koostist, dokumente jmt.

Sunda Hus korraldab mitu korda semestris tasulise kursuse, mis hõlmab süsteemi, kriteeriume, hindamist ja sertifikaatide näitamist süsteemis. Kursusi saab tasu eest ka kohandada. Veebilehel on abileht küsimuste ja vastustega.

Kriteeriumidel on hindamistasemed A, B, C+, C– ja D. Kemikaalisaldust hõlmavad kriteeriumid põhinevad EL-i CLP-määrusel ja Rootsi Kemikaali ameti asendusprioriteetide juhendil (PRIO). Sunda Husil on mõned kriteeriumid, mis hõlmavad olulusringi aspekte, nt ringlussevõttu.

Sunda Hus sisaldab kolme samba põhimõtte osi. Toksilisuse aspekti hõlmavad kemikaalisalduse kriteeriumid koos ohuklassifikatsioonide ja piirsaldustega, mida kasutatakse kõigi kemikaalide ja toodete hindamiseks. Kriteeriumid hõlmavad nii tervise- kui ka keskkonnohte. Sunda Husil on ka toksilisusega seotud kriteeriumid, mis hõlmavad nõudeid formaldehüüdi eraldumise kohta, ohtlike ainete kasutamist tootmisel, ohtlikke jäätmeid ja sudu tekkimise potentsiaali lenduvaid ühendeid sisaldavatest toodetest. Kõrgeima hindamistaseme „A“ saamiseks on vaja täita mõned ringlussevõetavuse aspektid: toote kohta peab olema jäätmekäitlusega seotud teave, toode ei tohi minna prügilasse ja mõne tootetüübi kasutusiga peab olema pikem kui 25 aastat. Kliimavaldkonnas on Sunda Husil töövahend, mis aitab koostada kliimadeklaratsioone projektide jaoks. Kliimaaspekti mõjutab ka kasvuhoonegaaside piirsalduse kriteerium.

Link: www.ehr.ee;
livekluster.ehr.ee/ui/ehr/v1

Eesti Riiklik Ehitisregister (Eesti)

Jaotis (sihtrühm):

2 (2)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

ei keskendu konkreetset ühele NHC3 sambale, kuid on võimalik jälgida, milliseid materjale on mingis hoones kasutatud

Üldine kirjeldus

Ehitisregister on andmebaas. Ehitisregistri eesmärk on planeeritavate, ehitatavate ja olemasolevate hoonete ning nendega seotud menetluste kohta käiva teabe salvestamine, andmine ja avalikustamine. Ehitisregister on igaühele vabalt kasutatav ja seda kasutatakse kohalike omavalitsuste töökeskkonnana ehitamisega seotud dokumentide menetlemisel.

Hoone tehnilised andmed ja dokumendid (nt ehitise, asukoha, konstruktsiooni ja ehitise auditi andmed, hoone hooldusjuhend, andmed hoone või ehitusega seotud rakenduste ja projekteerimistingimuste kohta, teatised, load ja ettekirjutused, riikliku järelevalve andmed, energiamärgise andmed) sisestatakse registrisse.

Andmeid või andmestikke kasutavad andmebaasid ja muud teabeallikad
Selles jaotises on vastava valdkonna süvateadmisi nõudvate vahendite kirjeldused.
Kas olete sügavalt spetsialiseerunud kestlike tavade mõistmisele ja elluviimisele?
Siis pakub see jaotis tõenäoliselt teile huvi, kuna need vahendid pakuvad sügavuti
minevaid ülevaateid kestlikkust ehitamisest.

Nimekirjas on ülevaade, mis võimaldab kiiresti tuvastada kõige sobivama tööva-
hendi vastava situatsiooni jaoks. Kui õige vahend on leitud, on võimalik kaevuda
sügavamale, et saada paremini aru selle tööst ja viisidest vajaduste parimaks rahul-
damiseks.

Link:

[www.boverket.se/en/
start/building-in-sweden/
developer/rfq-
documentation/
climate-declaration/
climatedatabase/
about-climatedatabase/](http://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfq-documentation/climate-declaration/climatedatabase/about-climatedatabase/)

en.plant.se/

www.oneclicklca.com/

[www.ivl.se/projektwebbar/
byggsektornsmil
joberakningsverktyg.html](http://www.ivl.se/projektwebbar/byggsektornsmiljoberakningsverktyg.html)

Kliimaandmebaasid ja -tööriistad (Rootsi)

Jaotis (sihtrühm):

3 (3)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

kliimaaspekt olulusringi hindamise andmete kasutamisega

Üldine kirjeldus

Rootsil on mitu kliimaandmebaasi ja -tööriista, kuna alates 2022. aastast tuleb EL-is arvutada ehitusprojektide kliimamõju. Ühte haldab Rootsi riiklik elamu- ja ehitu-
samet. Nad pakuvad andmebaasi, milles on mitmesuguste ehitusmaterjalide kon-
servatiivsed üldised kliimaandmed, mida saab kasutada ehitusprojekti kliimadekla-
ratsiooni koostamisel. Täpsemate kliimaarvutuste saamiseks julgustatakse projekti
jaoks kasutama konkreetse toote andmeid toote keskkonnadeklaratsioonidest
(EPD). Andmebaasis on materjali kliimamõju, tegemist pole vahendiga kliimadekla-
ratsioonide koostamiseks.

Kolm töövahendit, mis aitavad koostada projekti kliimadeklaratsioone, on Plant,
One Click LCA ja BM (vahend ehitusvaldkonna kliimaarvutuste tegemiseks). Nende
vahendite kasutamiseks on vajalik kasutajakonto. Planti või One Click LCA kasutaja-
konto on tasuline. BM-il on tasuta versioon, kuhu saab käsitsi sisestada projektide
kliimaandmeid, kuid rohkemate funktsioonide, näiteks digiandmete üleslaadimise
kasutamine on tasuline. Plant suudab teha kliimaarvutusi ehitusteabe modelleeri-
mise põhjal ja teeb koostööd Byggsvarubedömningeniga.

Link:

[cer.rts.fi/en/rts-epd/
search-for-rts-epds/;](http://cer.rts.fi/en/rts-epd/search-for-rts-epds/)

haku.tuotetieto.fi/

Ehitusteabe sihtasutus RTS (Rakennustietosäätiö) koos RTS EPD andmebaasiga (Soome)

Ehitusteabe sihtasutus RTS kokkuvõtlikult

RTS-i Hato Tuotetieto on suur Soome ehitustoodete andmebaas. Selles on kaks ala-
mandmebaasi – M1-märgisega toodete jaoks ja RTS EPD andmebaas. Kahte viimast
saab kasutada ka eraldi, kuid nad keskenduvad kestlikkuse erivajadustele (lendu-
vate orgaaniliste ühendite kogusisaldus M1 korral ja toote keskkonnadeklaratsioo-
nid III tüüpi keskkonnamärgiste jaoks koos olulusringi hindamise teabega). Otsing ja
filtreerimine võimaldab üldisest andmebaasist leida tooteid konkreetsete kasutus-
alade jaoks ning selles on ka keskkonnamärgised ja tehniline teave.

Jaotis (sihtrühm):

3 (3)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

olulusringi hindamise andmed

[www.eco-platform.org/
home.html](http://www.eco-platform.org/home.html)

Üldine kirjeldus

Ehitusteabe sihtasutus RTS (Rakennustietosäätiö) on eraomandis ning varustab Soomes ehitusvaldkonda andmete ja oskusteabega. Lisaks väljaannetele, suunistele ja koolitusmaterjalidele ehitamise mitmesuguste aspektide, sealhulgas kestliku ehitamise tavade, energiatõhususe ja ringmajanduse kohta, avaldab RTS materjali- ja tooteandmebaase. Tooteteabeandmebaas on põhiandmebaas, mille osad on M1 ja RTS-i toote keskkonnadeklaratsioonide andmebaas. Andmebaasis on teave üle 150 000 toote kohta. Lisaks tooteteabele on kättesaadavad mitmed dokumendid. Need võivad olla toimivusdeklaratsiooni (DOP) dokumendid, tehniline teave, kasutusjuhendid, sertifikaadid, toote keskkonnadeklaratsioonid jne. Andmebaas võimaldab otsingut toote järgi ja on paljude filtreerimisevõimalustega: ettevõtte, kaubamärk, tootesari, üldine nimetus (nt keraamiline plaat), globaalse soojenemise potentsiaali arvutamise standard, bakterite kasvu pidurdamine, Sinise Ingli sertifikaat, kestliku ehitamise (BREEAM) sertifikaat, CE-märgis, EL-i ökomärgis, formaldehüüdi emissiooniklass ja soojusjuhtivus on vaid mõned neist.

M1 andmebaasis on ehitusmaterjalid, mis on sertifitseeritud M1-märgisega (vt ökomärgiseid), mille eesmärk on väheste heitmetega ehitusmaterjalide väljatöötamise soodustamine. Keemiaalaselt keskendub märgis LOÜ-dele, mida on kirjeldatud jaotises 1.

Teavet mõne M1 andmebaasis oleva toote kohta võib leida RTS EPD andmebaasist. See on samuti tasuta saadaval ja on Rakennustieto materjalide andmebaasi alamandmebaas, kuid seda saab kasutada ka eraldi. Otsinguriist võimaldab otsimist RTS EPD andmebaasist materjali või toote liigi, kaubanime või tootja järgi ja selles on mitmesugused ehitusmaterjalid (kuid mitte kõik need, mis on M1 andmebaasis). Allalaaditavatest toote keskkonnadeklaratsioonidest saab teavet ringlussevõetavuse, kliimamõju ja keemilise koostise kohta. On olemas indikaatorid, mis kirjeldavad toote olulusringiga seotud keskkonnamõju, sealhulgas mõju kliimamuutusele, osoonikihti kahandavate ainete sisaldus, pinnasesse ja veekogudesse sattuvad happelised heited, taastumatute energiaressursside vähenemine ja mineraalide voog (tüüpilised olulusringi hindamise indikaatorid). Selle andmebaasi kasutamine pole Soomes kohustuslik.

Kui ettevõtte peaks tahtma avaldada oma tooteid RTS EPD andmebaasis, saab seda teha RTS-i veebilehel oleva taotlusvahendi kaudu. Pärast kõigi veebilehel nimetatud dokumentide RTS-ile saatmist (koos juhendamise) hindab toote keskkonnadeklaratsioonide komitee toodet. Pärast toote omaduste tõendamist avaldatakse toote keskkonnadeklaratsioon RTS EPD andmebaasis ja on olemas ka võimalus selle avaldamiseks EL-i keskkonnas ECO Platform.

IBU (Saksamaa)

[Link: ibu-epd.com/](http://ibu-epd.com/)

IBU kokkuvõtlikult

Ehitus- ja Keskkonnainstituut haldab ehitustööstuse toote keskkonnadeklaratsioonide programmi. Eelkõige aidatakse tarnijatel koostada toote keskkonnadeklaratsioone. Selleks pakutakse neile töövahendeid ja tõendamist ning toote keskkonnadeklaratsioonide koostamist ja avaldamist. Lisaks annab platvorm taustateavet ja teavet mitmesuguste töövahendite kasutamiseks.

Jaotis (sihtrühm):

3 (3)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

olelusingi hindamise andmed

Üldine kirjeldus

Ehitus- ja Keskkonnainstituut (IBU, Institut für Bauen und Umwelt, mille loomise algatasid ehitustoodete ja-tarindite tootjad, kes otsustasid toetada ehitusvaldkonna nõudlust kestlikkuse suurendamiseks) on Saksamaa mittetulunduslik organisatsioon, mis on spetsialiseerunud ehitustoodete keskkonnadeklaratsioonide koostamisele ja avaldamisele. Selleks peavad nad toote keskkonnadeklaratsioonide andmebaasi ibu.data, kus toote keskkonnadeklaratsioone saab otsida otsinguriistaga (toote nimetuse, keele, IBU klassifikatsiooni, piirkonna, säilivusaja, andmestiku tüübi ja tootja järgi) või laadida alla XML-failina. Toote keskkonnadeklaratsioone saab alla laadida ka PDF-failidena.

IBU pakub ka võrgupõhist ja autonoomset tarkvara toote keskkonnadeklaratsioonide koostamiseks koos õpetusega selle kasutamiseks. Sel viisil saavad tarnijad koostada toote keskkonnadeklaratsioone toote liigitamiseeskirja (PCR) järgi, mis on iga tooterühma jaoks saadaolev juhenddokument. Toote keskkonnadeklaratsioon kehtib viis aastat pärast seda, kui IBU on selle vastavuse tõendanud ja avaldanud. Pärast avaldamist on toote keskkonnadeklaratsioonid avalikkusele kättesaadavad ja neid saab alla laadida IBU veebilehelt ning platvormidelt ÖKOBAUDAT ja IBU.data. Lisaks pakub IBU kasutajale ulatuslikku teavet toote keskkonnadeklaratsioonide ja nende koostamise kohta. Platvormi järgi võetakse toote keskkonnadeklaratsioonis objektiivselt kokku olulusringi hindamisel saadud teaduslikult määratud väärtused ning funktsionaalsed ja tehnilised omadused, aga ka teave ringlussevõetavuse aspektide kohta. Enne avaldamist tõendab toote keskkonnadeklaratsiooni vastavust sõltumatu kolmas osapool. Vastavuse tõendamine hõlmab täielikkust, usutavust ja vastavust standarditele.

Link: epd-online.com/

SuPIM on IBU pakutav infosüsteem, milles tarnijad saavad koguda tootespetsiifilist teavet, lähtudes eri sertifitseerimissüsteemide (nt DGNB, BNB, LEED ja BREEAM) kriteeriumidest. See toimib tootespetsiifilise kestlikkusteabe süsteemina, mida saavad kasutada vastavate sertifitseerimissüsteemide audiitorid. Arhitektid, planeerijad, hoonete valdajad ja muud huvirühmad võivad kasutada SuPIM-i andmebaasina otsingute tegemiseks näiteks materjalide otsimise faasis. SuPIM toetab ka projektide ja sertifikaatide haldust. Tooteandmeid sisestab ja muudab tarnija, kuid nõudmisel saab IBU tõendada nende vastavust (teenus on tasuline). Süsteemis saab avalikustada toote koostise, kuid see pole kohustuslik. Andmebaas on avalikult kättesaadav pärast registreerimist aadressil www.epd-online.com. Kasutamine on tasuta, ainus tasuline toiming on see, kui IBU tõendab tarnija hinnangute vastavust.

Link: ibu-epd.com/cm-epd/

CMEPD (ibu-epd.com/cm-epd/) tähendab toote keskkonnadeklaratsiooni ringlussevõetavuse moodulit (circularity module EPD) ja ringlussevõetavuse andmete (ringluspõhiste meetodite planeerimiseks ja juurutamiseks vajaliku teabe) lisamist ehitusmaterjalide andmestikele. CMEPD eesmärk on vähendada ebamäärasust pärast lammutamist uuesti kasutusele võetud või äravisatud ehitustoodete käitlemisel. See peaks edendama ehitusmaterjalide hoonetes taaskasutamisele ja ringlussevõetule suunatud planeerimist ja elluviimist. Peale selle võib CMEPD-d kasutada olulusringi hindamise teabe saamiseks taaskasutatud lähteainete kohta.

ÖKOBAUDAT (Saksamaa)

Link: www.oekobaudat.de/en.html

ÖKOBAUDAT kokkuvõtlikult

Platvorm keskendub ehitusmaterjalide hindamisele olulusringi hindamise ja toote keskkonnadeklaratsioonide põhjal. Olulusringi hindamise andmestikud annavad ülevaate toote keskkonnaaspektidest ja ringlussevõetavuse aspektidest kogu selle kasutusea jooksul, toote keskkonnadeklaratsioonidest on võimalik leida konkreetse toote täpset keemilist koostist. Keeruliste valikute tegemiseks hoonetes kasutatavate ehitusmaterjalide seast peab saadud teavet võrdlema ja tõlgendama ikkagi lõppkasutaja.

Jaotis (sihtrühm):

3 (3)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:
olulusringi hindamise andmed

Üldine kirjeldus

ÖKOBAUDAT on platvorm, mis toimib standardse veebiandmebaasina, mis kasutab olulusringi hindamise andmestikke. Seda pakub föderaalne elamumajandus-, linnaarendus- ja ehitusministeerium ning seda saab kasutada tasuta.

Andmebaasi kasutamine on kohustuslik BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen) sertifikaadiga toodete korral ja selles on nii üldised kui ka spetsiifilised olulusringi hindamise andmestikud, mida regulaarselt uuendatakse (viimane uuendus toimus 2023), ja ka tootespetsiifilised toote keskkonnadeklaratsioonid (EPD-d). Andmebaasis on mitmesugused ehitusvaldkonna tooted. Ökobaudati andmebaas on ühendatud taustandmebaasiga „GaBi“ ja seda täiendavad taustandmebaasi „ecoinvent“ andmed.

ÖKOBAUDAT on kasutatav tasuta ja ilma sisselogimiseta, kuna tema eesmärk on anda põhjalikke ja läbipaistvaid andmeid hoone elementide kestlikkusaspektide kohta.

Lisaks allalaaditavatele andmestikele on platvorm ühendatud mitmete töövahenditega, see suurendab tema kasutatavust. Üks Ökobaudati andmebaasiga otse ühendatud töövahend on eLCA, mis aitab tootjatel hinnata oma toodete olulusringi. See võimaldab komponendiredaktori ja graafilise liidese abil modelleerida hoone üksikuid komponente ja isegi kogu hoonet. Arvutatud keskkonnamõjusid täiendatakse hoone asjakohaste andmetega ja seejärel võrreldakse neid BNB võrdlusalustega. Hinnanguid saab eksportida süsteemi eBNB (Elektronisches Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen), mis toimib projekti haldusvahendina BNB kriteeriumidega kooskõlalisel ehitamisel. Kahjuks on tegemist töövahendiga, mis on mõeldud üksnes föderaalsete ehitusosakondade jaoks, kuna see töötati välja spetsiaalselt BNB juurutamiseks föderaaletihistes.

ÖKOBAUDAT-i andmebaasiga ühendatud teine töövahend on nimekiri andmestikest, mis võimaldavad tooteotsingut. Siin kasutatakse ÖKOBAUDAT-i andmeid teabe saamiseks kestlike ehitustoodete ja nende keskkonnatoime kohta. Kasutajad saavad otsida konkreetseid tooteid, pääseda toote keskkonnadeklaratsioonide juurde ja saadaoleva teabe põhjal teha teadlikke otsuseid. See vahend on ÖKOBAUDAT-i platvormi osa ja on avatud kõigile kasutajatele.

Kui kasutajad otsivad toote keskkonnadeklaratsioone ÖKOBAUDAT-i kaudu, saavad nad ka teavet toodete keemilise koostise kohta ja saavad teha teadlikke otsuseid ehitusprojektides kasutatavate toodete valimiseks. Toote keskkonnadeklaratsioonis olev teave vajab tõlgendamist ja see võib tavainimeste jaoks olla raske. Puuduvad juhised, millist toodet või tooterühma ja millisest vaatenurgast eelistada. Puudub

lihtne visuaalne või sõnaline hinnang (nt „heakskiidetud“, „vastuvõetav“ või „tuleb vältida“), nagu on näiteks BVB-s. See teave tuleb tuletada toodete võrdlemisega. Näiteks on toote keskkonnadeklaratsioonis öeldud, et toode sisaldab 29% PVC-kihti, milles on pehmemi DINP (ftalaat).

Kasutaja peab nüüd ise otsustama, kas see on vastuvõetav.

Mõnda aspekti on käsitletud jämedates joontes.

- Toode, ese või vähemalt üks komponent sisaldab kandidaainete loetellu (kuupäeva xx.xx.xx seisuga) kuuluvaid aineid rohkem kui 0,1 massiprotsenti: ei.
- Toode, ese või vähemalt üks komponent sisaldab muid 1A- või 1B-kategooria kantserogeenseid, mutageenseid või reproduktiivtoksilisi aineid, mis ei kuulu kandidaainete loetellu, vähemalt ühes komponendis rohkem kui 0,1 massiprotsenti: ei.
- Ehitustootesse on lisatud biotsiide või seda on töödeldud biotsiididega (seega klassifitseeritakse biotsiidimäärusega (EL) nr 528/2012 kohaselt töödeldud tootena): jah (diklorooktüülisotioasoloon, DCOIT).

Kasutatav plastifikaator on diisononüüftalaat (DINP).

Link: www.wecobis.de/

Wecobis (Saksamaa)

WECOBIS kokkuvõtlikult

Teabeplatvorm pakub laiaulatuslikku informatsiooni mitmesuguste ehitusmaterjalide, nende omaduste, otstarbe ja mõju kohta. See pakub ka linke paljudele artiklitele, veebilehtedele ja muudele väljaannetele, sealhulgas hankekutsete mallidele, ning on mõeldud mitmesugustele spetsialistidele, aga ka laiemale avalikkusele ja teadlastele. Teave on tooteneutraalne, olulusringi vahekaartidel on teave materjali koostise (sealhulgas keemilise koostise), protsesside, keskkonnamõjude ja ringlussevõetavuse kohta. Kättesaadav on ka teave sertifikaatide kohta.

Jaotis (sihtrühm):

3 (3)

Valdkond, millele lahendust pakutakse:

teadusandmed, sealhulgas olulusringi hindamise andmed

Üldine kirjeldus

WECOBIS tähendab veebipõhist ökoloogilise ehitamise infosüsteemi („Web-based Ecological Building Information System“). Tegemist on veebiplatvormiga, mis pakub teavet ökoloogiliste ja kestlike ehitusmaterjalide, -toodete ja -tehnoloogiate kohta. Seda haldab föderaalne elamumajandus-, linnaarendus- ja ehitusministeerium. Platvormi eesmärk on mitmesuguste sihtrühmade (arhitektide, inseneride, planeerijate, hankeüksuste, BNB koordinaatorite, õpetajate, teadlaste, üliõpilaste, õpilaste, omavalitsuste, asutuste ja laiema ühiskonna) toetamine ehitusmaterjalide, -tehnoloogiate ja -protsessidega seotud töodes ja huvides. Selleks on toodud mitmesugused lingid artiklitele, teistele platvormidele, info- ja sertifitseerimissüsteemidele ning muudele asjakohastele teabeallikatele, mis tegelevad kestliku ehitamise teemadega.

Lisaks pakub WECOBIS liigendatud ja tooteneutraalseid andmeid ehitustoodete rühmade (plaatide, põrandakatete, soojustusmaterjalide, tihendus- ja hüdroisolatsioonimaterjalide, puitehitusmaterjalide, liimide jne) kohta.

Iga tooterühma kohta esitatakse üldine kirjeldus, millele järgneb tabel asjakohaste toodetega ja nende lähteainetega (nt pärast üldist teavet ehitusplaatide kohta järgneb liigendamine kipsplaatideks, tsementplaatideks, plastplaatideks jne).

8 Andmeid või andmestikke kasutavad andmebaasid ja muud teabeallikad

On esitatud teave näiteks kipskrohvplaatide kohta: definitsioon, peamised läheteained, iseloomustus (nt „looduslik leegiaeglusti“) ja ka teave „eriti asjakohaste keskkonna ja tervisega seotud omaduste kohta“, olek tarnimisel ja (spetsiaalsed) kasutusala. Teave on esitatud tekstina ja viitab ka täiendavatele asjakohastele teabeallikatele.

Lisaks ülevaate-vahekaardil olevale teabele on teistel vahekaartidel teave valitud tootega või tooterühmaga seotud planeerimise, deklaratsioonide, BNB kriteeriumide ning tehnilise teabe kohta.

Kui see on mõttekas, on esitatud tabelid tooterühma teiste materjalidega (nt mitmesuguste plaatidega), et tooteid saaks võrrelda. On esitatud ka teave toote ringlussevõetavuse (sh mitmesuguste paigaldusviiside, nt liimimise, kruvidega kinnitamise jne) kohta.

Mitmes kohas käsitletakse tervist, ringlussevõetavust ja keskkonda. Seetõttu on oluline vaadata läbi toote kõik vahekaardid.

Mõnel tootel on ka täiendav (rohelist värvi) vahekaartide rühm olelusringi jaoks. Selles rühmas on (sageli olulises koguses) teavet materjali koostise (sh keemilise koostise), keskkonnamõjude ning ringlussevõetavusega seotud protsesside ja olukordade kohta.

Teabe maht ja detailsus võib tootest sõltuvalt varieeruda.

Mida mingis riigis kasutatakse?

Vastus küsimusele „Mida mingis riigis kasutatakse?“ on keeruline. See sõltub kasutajast ja sellest, millist liiki teavet tahetakse süsteemist saada. Paljud süsteemid töötavad ka teie riigis. Kui te olete huvitatud mõnest siinkirjeldatud konkreetsest süsteemist, tutvuge nende veebilehtedega ja võtke nendega ühendust. Need annavad teie vajaduste järgi kohandatud teavet. Võib-olla saate ka alata vastava süsteemi laienemise oma riiki ja ühineda meiega ehitusvaldkonna tõeliselt kestlikuks muutmise teekonnal.

Eriolukord Leedus

Leedus pole töötatud välja kestlike ehitustoodete andmebaase ega keskkonnahoidlike ehitustoodete sertifitseerimissüsteeme, kuna kestlik ehitamine on alles hiljuti esile kerkinud. Sellele vaatamata on Leedu keskkonnahoidlik ehitamise nõukogu, kes levitab ja populariseerib kestlikku ehitamist, loonud „Leedu ehitamise kestlikkuse hindamissüsteemi“. 2022. aastal uuendati kestlike riigihangete eeskirju ja lisati neisse kohustuslikud „rohelised“ kriteeriumid ehitusmaterjalide ja hoonete projekteerimise jaoks. See on praegu üks põhitegur, mis mõjutab kestlikumate ehitusmaterjalide valikut.

Leedu ehitiste kestlikkuse hindamissüsteem (LBSAS)

Leedu ehitiste kestlikkuse hindamissüsteem on mõeldud Leedu territooriumide ja hoonete kestlikkuse objektiivseks, läbipaistvaks ja professionaalseks hindamiseks. LBSAS on loodud üldiselt tunnustatud rahvusvahelistest hindamismetoodikatest (BREEAM, LEED, DGNB jne) lähtudes. Seda on kohandatud kohaliku turu jaoks ja see hõlmab kaheksat valdkonda: energeetika, transport, vee ja reovee käitlemine, ehitusmaterjalid ja -kemikaalid (eelistatakse kohalikke materjale ja välditakse ohtlike kemikaale), jäätmekäitlus ja saastus, projektihaldus, maakasutus ja ökoloogia, tervis ja heaolu. See julgustab tervislike, mugavate, kauakestvate, säästlike ja energiatõhusate hoonete projekteerimist ja ehitamist ning loodusressursside ratsionaalset kasutamist hoone olelusringi kõigis staadiumites.

LBSAS on spetsiaalselt Leedu jaoks kohandatud: selles võetakse arvesse loodulikke tingimusi ja kohaliku turu vajadusi. 2023. aasta seisuga on LBSAS-i kohaselt sertifitseeritud seitse hoonet. Süsteemi saab kasutada projekteerimisfaasis, aga ka ehitusfaasis olevate või juba valmis hoonete jaoks.

9 Märgistus- ja sertifitseerimis-süsteemid

Kogu olelusringi jooksul, ehitamisest kuni lammutamiseni, kasutavad hooned energiat, vett, toorainet, tekitavad jäätmeid ja eraldavad (ohtlikke) aineid. Need tõsiasjad on ajendanud märgiste, standardite, sertifikaatide ja hindamissüsteemide loomist, mis on mõeldud keskkonnamõju vähendamiseks kestlike projekteerimistavade kaudu. Maailmas on tohutult palju ehitusvaldkonnaga seotud märgiseid ja sertifikaate.



Ehitustoodete keskkonna- ja terviseaspekte saab esile tõsta väidete, tingmärkide või muud liiki märgiste abil. Neid väiteid nimetatakse keskkonnaväideteks. Nad viitavad sellele, et toode või teenus on keskkonnale parem. Igat liiki keskkonnaväited ja toodetel olevad märgised saab jagada kolmeks:

- sõltumatu kolmanda osapoole tõendatud ökomärgised ja keskkonnamärgised (I tüüp, ISO 14024);
- ettevõtja keskkonnaväited (II tüüp, ISO 14021);
- sõltumatu kolmanda osapoole tõendatud toote keskkonnadeklaratsioonid (III tüüp, ISO 14025).

Ökomärgised ja keskkonnamärgised

Parim viis väiksema keskkonnamõjuga toodete valimiseks on valida need, mille ökomärgised ja keskkonnamärgised on tõendanud sõltumatu kolmas osapool. Olulusringi arvestamisel põhinevad ökomärgised näitavad tootekategooria raames, kui palju arvestab toode üldiselt keskkonnaga. Keskkonnamärgised sarnanevad ökomärgistega, kuid keskenduvad konkreetsetele üksik- või mitmikaspektidele, näiteks toote koostisele või toote valmistamise ja kasutamise ajal tekkivale heitele ja ressursikulule.

Ettevõtja keskkonnaväited

Ettevõtja keskkonnaväited töötab välja tootja või teenusepakkuja. Neid pole kolmas osapool sertifitseerinud, kuid nad peaksid olema tõendatud vastavusega ja täpsed. Kahjuks pole see alati nii: mõned neist on eksitavad ja neid kasutatakse niinimetatud „rohepesuks“.

Toodete keskkonnadeklaratsioonid

Toodete keskkonnadeklaratsioonides on toote kvantitatiivsed keskkonnaandmed, mis on saadud ettenähtud parameetritest, mis põhinevad olulusringi hindamisel ja mille on tõendanud sõltumatu kolmas osapool. Toote keskkonnadeklaratsioonid ei väida, et toode on kasulik, vaid pakuvad tõendatavat teavet. Toote keskkonnadeklaratsioone võib käsitada deklareeritava toote „faktilehena“. Neid aktsepteerivad mitmesugused ehitusvaldkonna sertifitseerimissüsteemid (nt BREEAM, LEED), ehitusteabe modelleerimise (BIM) tarkvara, mis on ette nähtud olulusringi hindamiseks, ja keskkonnahoidlikud hanked.

Ehitusvaldkonna sertifitseerimissüsteemid

Ehitusvaldkonna sertifitseerimissüsteeme kasutatakse hoonete teatud kestlikkusnõuetele või-standarditele vastavuse hindamiseks ja tunnustamiseks. Need vaatavad kogu hoonet, mitte üksikuid tarindeid. Sertifitseerimise lähenemisviisid on erinevad ning neid saab kasutada hoone planeerimisel ja projekteerimisel, ehitamisel, käitamisel, hooldamisel, renoveerimisel ja viimaks lammutamisel.

Mitmed sertifitseerimissüsteemid kasutavad hoonete jaoks hindeid. Näiteks BREEAM hindab hooned ja sertifitseerib neid järgmisel skaalal: „Klassifitseerimata“, „Vastab nõuetele“, „Hea“, „Väga hea“, „Suurepärase“ ja „Väljapaistev“. Mõnel Läänemere maades kasutataval populaarsel andmebaasil või ehitusmaterjalide hindamisvahendil on oma kriteeriumid ehitustoodete jaotamiseks teatud kategooriatesse, tasemetele jne. Nende tasemete määramine on seotud ohtlike kemikaalide sisaldusega ehitustoodetes (nt „Soovitatav“, „Vastuvõetav“ või „Tuleb vältida“ BVB andmebaasis, „Basta“ ja „Beta“ tooted Basta andmebaasis).

Selles peatükis on ökomärgised, keskkonnamärgised ja ehitusvaldkonna sertifitseerimissüsteemid, mis on Läänemere maadest pärit ja/või on seal tavaliselt kasutatavad.

Selles piirkonnas on loodud ja laialdaselt kasutusel nii mõnedki märgised (nimelt Sinine Ingel, Põhjamaade Luigemärk, M1, Taani sisekliimamärkis). Toote keskkonnanadeklaratsioonid (EPD-d), mida tänapäeval kasutatakse üle kogu maailma, on pärit Rootsist. Paljudes Läänemere maades on oma riiklikud keskkonnanahoidliku ehitamise nõukogud, mis on töötanud välja kohalikele oludele vastavad sertifitseerimissüsteemid. Samal ajal on üleilmselt kasutatavad sertifitseerimissüsteemid BREEAM ja LEED populaarsed ka Läänemere maades.

Allolev tabel suunab vastavalt vajadusele ehitusvaldkonna märgise- ja sertifitseerimissüsteemide juurde: väiksema keskkonna- ja tervisemõjuga toodete valimiseks, õigete toodete valimiseks üksikasjalise tooteteabe põhjal või valmistootede hinde alusel, võib-olla soovitakse, et hoone oleks sertifitseeritud või keskkonnamärgisega (viimast varianti pakub Põhjamaade Luigemärk). Laiendatud teave on kättesaadav kohe tabeli all.

Millised on teie vajadused?	Märkis / deklaratsioon / hinnang / sertifikaat	Fookus toodetel / hoonetel	Fookus aspektidel
Väiksema keskkonna- ja tervisemõjuga toodete soetamine	ELi ökomärkis	3 ehitustoodete gruppi	Mitu aspekti, olulusringipõhine lähenemine
	Põhjamaade Luik	9 ehitustoodete gruppi	Mitu aspekti, olulusringipõhine lähenemine
	Sinine Ingel	17 ehitustoodete gruppi	Mitu aspekti, olulusringipõhine lähenemine
	M1	Ehitus- ja viimistlusmaterjalid, sisustus ja mööbel, mida kasutatakse elu- ja tööruumides	Üks aspekt: heitkogused
	Taani sisekliima märkis	Ehitusmaterjalid, mööbel ja sisustus	Üks aspekt: heitkogused
Toote kohta teabe hankimine	Toote keskkonnanadeklaratsioon (EPD)	~64 tootekategooria reeglit ehitustoodetele	Mitu aspekti, olulusringi hindamine
Hoone ökomärgistamine	Põhjamaade Luik	Uued hooned; Renoveerimine	Mitu aspekti, olulusringipõhine lähenemine

Millised on teie vajadused?	Märgis / deklaratsioon / hinnang / sertifikaat	Fookus toodetel / hoonetel	Fookus aspektidel
Hoone sertifitseerimine	BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	Uusehitised; kasutusel olevad hooned; renoveerimised; kogukonnad; taristu	Hindamisvaldkonnad: energia; tervis ja heaolu; transport; vesi; materjalid; jäätmed; maakasutus ja ökoloogia
	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Uued hooned; olemasolevad hooned; siseruumid; naabruskonna arendus; linnad ja kogukonnad	Hindamisvaldkonnad: jätkusuutlikud krundid; veetõhusus; energia ja atmosfäär; materjalid ja ressursid; sisekeskkonna kvaliteet; innovatsioon disainis; asukoht ja transport; piirkondlik prioriteet.
	DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	Uued hooned; äriruumide sisekujundus; renoveerimised; olemasolevad hooned; linnapiirkonnad	Hindamisvaldkonnad: ökoloogiline kvaliteet, majanduslik kvaliteet, sotsiaalkultuuriline ja funktsionaalne kvaliteet, tehniline kvaliteet ja protsessi kvaliteet. Rõhutatud on olelusringi perspektiivi.
	Miljöbyggnad	Uued hooned; renoveerimised; olemasolevad hooned	Hindamisvaldkonnad: energiakasutus ja kliimaaspektid, sisekeskkond, materjalid (ohtlikud ained), kliimariskid, bioloogiline mitmekesisus ja ringmajandus.
	Noll CO ₂	Erinevad hooned	Hoone kliimamõju
	Citylab	Terved linnaosad: planeerimisprotsess või toimivad linnaosad.	sotsiaalsed väärtused, kliimamõju, veemajandus, energiasüsteemid, transport, õhukvaliteet ja ohtlikud ained; usaldus, sisekeskkond, liikumisharjumused, hoonete energiakasutus, kliimamõju, bioloogiline mitmekesisus ja sademevee käitlemine.

Millised on teie vajadused?	Märgis / deklaratsioon / hinnang / sertifikaat	Fookus toodetel / hoonetel	Fookus aspektidel
Hoone sertifitseerimine	LPTVS (Lietuvos pastatų tvarumo vertinimo sistema)	Uued hooned	Hindamisvaldkonnad: tervis; energia; transport; maakasutus ja ökoloogia; materjalid; jäätmekäitlus ja saaste; projekti juhtimine; veemajandus.
	Zielony dom	Uued hooned (eluhooned)	Hindamisvaldkonnad: energia-tarbimine; materjalid; sade-mevee käitlemine; kraanivee kvaliteet; siseõhu kvaliteet; rajatised eakatele ja puuetega inimestele; lähedane juurdepääs mugavustele.
	Level(s)	Kõik ehitustüübid kogu ELis	Hindamisvaldkonnad: kasvuhoonegaaside ja õhusaasteainete heitkogused; ressursitõhusad ja ringluspõhised materjalitsüklid; veevarude tõhus kasutamine; tervislikud ja mugavad ruumid; kliimamuutustega kohanemine ja vastupidavus; optimeeritud olelusringi maksumus ja väärtus.

9 Ökomärgised, keskkonnamärgised, toote keskkonnadeklaratsioonid, kestliku ehitamise sertifikaadid

Ökomärgised



EL-i ökomärgis, mida tuntakse ka Lillekesena, on ökomärgis, mille Euroopa Komisjon lõi 1992. a. See hõlmab 24 toote- ja teenuserühma 11 kategoorias. Nendest kolm rühma on seotud ehitusvaldkonnaga:

- siseruumi- ja välisvärvid;
- puidu-, korgi- ja bambusepõhised põrandakatted;
- kõvad kattematerjalid.

EL-i ökomärgise on saanud rohkem kui 40 000 toodet, suurem osa neist on siseruumi- ja välisvärvid (> 36 000).



Põhjamaade Luigemärk on Skandinaavia maade (Taani, Soome, Islandi, Norra ja Rootsi) ametlik ökomärgis, mille on loonud Põhjamaade Ministrite Nõukogu 1989. a. Põhjamaade Luigemärk hõlmab 56 tootevaldkonda ja üle 200 tooteliigi. Ehitusvaldkonnas on seitse materjalikategooriat ja kaks kategooriat hoonetele:

- uued hooned;
- renoveeritud hooned;
- keemilised ehitustooted;
- ehitus- ja fassaadipaneelid ning-vormid;
- põrandakatted;
- siseruumivärvid ja-lakid;
- aknad ja välisüksed;
- vastupidav puit õues kasutamiseks;
- õuemööbel, mänguväljakute ja parkide varustus.

Kokku on Põhjamaade Luigemärgi saanud rohkem kui 25 000 toodet.

Hoonetele Põhjamaade Luigemärgi andmise kriteeriumid on kokkuvõtlikult järgmised.

Uued hooned

- Kemikaalid:
 - ◊ ehitusmaterjalidele ja keemiatoodetele on kehtestatud piirangud seoses keskkonna- ja terviseohtudega ning LOÜ-de, formaldehüüdi ja ammoniaagi eraldumisega.
- Kliima:
 - ◊ väike energiavajadus (kasutusaegne), mis on vähemalt 10% väiksem kui liginullenergiahoonetel; betooni, tase, alumiiniumi jne kliimamõju nõuded.
- Ringlussevõetavus:
 - ◊ materjalipäevik hooneosade jälgitavuse tagamiseks;
 - ◊ nõuded ehitusjätmete;
 - ◊ vabatahtlikud nõuded toodete/materjalide taaskasutamiseks.

Renoveeritud hooned

- Kemikaalid:
 - ◊ hea sisekeskkond ja väike ohtlike kemikaalide heide;
 - ◊ ehitusmaterjalid, materjalid ja keemiatooted vastavad rangetele keskkonnatervishoiunõuetele.
- Kliima:
 - ◊ väike energiatarve pärast rekonstrueerimist.
- Ringlussevõetavus:
 - ◊ ehitustoodete ja-materjalide taaskasutamise soodustamine.



Sinise Ingli käivitas Saksamaa valitsus 1978. a. Föderaalne Keskkonnaamet (UBA) kehtestab spetsiaalsed kriteeriumid, millele tooted ja teenused peavad sertifikaadi saamiseks vastama. Sinise Ingliga saab märgistada 96 toote- ja teenuserühma, millest 17 kuuluvad ehitusvaldkonda. Näiteks hõlmavad nad järgmist:

- värvid ja lakid;
- tapeedid, paneelid, krohvisegud;
- põrandakatted (elastsed, riidest, puidust);
- katusekattematerjalid;
- soojustusmaterjalid;
- tihendusained, kinnitusvahendid;
- betoontooted.

Kokku on Sinise Ingli saanud rohkem kui 20 000 toodet ja teenust.

On oluline märkida, et eri ökomärgised ei tarvitse rakendada samu kriteeriume isegi sama tooterühma jaoks, ja kui kriteeriumid on määratletud samamoodi, võivad nende arväärtused erineda. Sõltuvalt ehitustoodete rühmast rakendatakse järgmisi nõuete täitmise kriteeriume.

- Kemikaalid:
 - ◊ piirangud teatud ohuklassidesse ja -kategooriatesse kuuluvatele ainetele;
 - ◊ piirangud väga ohtlikele ainetele;
 - ◊ piirangud konkreetsetele ohtlikele ainetele;
 - ◊ LOÜde ja PLOÜde sisaldus;
 - ◊ heite/eraldumise piirväärtused.
- Kliima:
 - ◊ globaalse soojenemise potentsiaali piirväärtused olelusringi vältel;
 - ◊ (taastuva) elektri eksport tootmisel;
 - ◊ CO₂ heite kompenseerimine.
- Ringlussevõetavus:
 - ◊ kasutustõhususe nõuded (kasutusfaasi pikendamiseks);
 - ◊ ringlussevõetud materjalide kasutamine.

Keskkonnamärgised



Ehitusmaterjalide emissiooniklasside kasutamine alates 1996. aastast on soodustanud vähese heitega ehitusmaterjalide, sisekujundustoodete ja mööbli väljatöötamist. Hindamist ja järelevalvet teeb Rakennustieto Oy (RTS) (Soome).

See märgistussüsteem töötati välja nii elu- kui ka tööruumides kasutatavate materjalide, sisseseade ja mööbli klassifitseerimiseks.

M1 klassifitseerimiskriteeriumid on seadnud piirväärtused lenduvate orgaaniliste ühendite (LOÜ), formaldehüüdi ja ammoniaagi heitkogustele ning neid kasutatakse ka toote lõhna vastuvõetavuse hindamiseks. M1 emissiooniklassiga tooteid on üle 6800.



Taani sisekliimamärgis (DİCL) on sertifitseerimisprogramm, mille põhjal süstemaatiliselt järgitakse kemikaalide heidet siseõhku. See loodi 1993. aastal Taani elamumajandusministri algatusel ja seda on kogu aeg hallanud Taani Tehnoloogiainstituut. Sisekliimamärgisega tooted läbivad põhjalikud katsed, mille tulemusel saadakse üksikasjalised dokumendid kemikaalide vabanemise kohta ja ka toote sensorsete omaduste hinnang ning tagatakse, et ei ületata piirnorme.

DİCL-i katsed hõlmavad mitmesuguseid tooterühmi, sealhulgas ehitusmaterjale, mööblit ja siseruumide sisseseadet. Märgise üldised kriteeriumid hõlmavad selli-

seid tegureid nagu lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ-d), kantserogeenid ja formaldehüüd, mida kohaldatakse kõigile tootekategooriatele. Lisaks peavad lagedes kasutatavad tooted läbima osakeste eraldamise katse. Sisekliimamärgisega tooted ei tohi eraldada kantserogeenseid aineid. Märgis on jagatud kolmeks emissiooniklassiks.

Toote keskkonnadeklaratsioonid (EPD)

Toote keskkonnadeklaratsioonid põhinevad siduval ja tõendatud alusel. Neid koostavad asjatundjad ja need läbivad sõltumatu kontrolli, kuid nende eest vastutab ikkagi tootja.

Rahvusvaheline toote keskkonnadeklaratsioonide süsteem on maailma esimene ja kõige kauem toiminud toote keskkonnadeklaratsioonide programm, mis asutati 1998. aastal Rootsi süsteemina. EPD International on kõikehõlmav ülemaailmne programm. See koosneb üleilmsest teenindusvõrgust (sõltumatute litsentsiomanike baasil), mõnes riigis ja piirkonnas on esindajal eksklusiivsed õigused. Kõiki teisi riike haldab EPD International AB Rootsi kontoritest.

Mõnel maal on omad toote keskkonnadeklaratsioonidega tegelevad organisatsioonid. Läänemere maades on need IBU EPD (Saksamaa) ja EPD Danmark (Taani). Nad tegutsevad sõltumatult, kuid järgivad EPD Internationali juhiseid ja standardeid. EPD International ning IBU EPD ja EPD Danmark on sõlminud vastastikuse tunnustamise lepingud.

EPD International on töötanud välja või töötamas välja umbes 64 tootekategooria eeskirja ehitustoodetele. Tootekategooria eeskirjad pakuvad juhiseid teatud tootekategooriate olulusringi hindamiseks ja toote keskkonnadeklaratsioonide väljatöötamiseks. Nendes on määratletud kasutusala, otstarbe ja keskkonnamõju kategooriad. Ehitustoodete korral vastab toote keskkonnadeklaratsioonide programm Euroopa standardile EN 15804 (tootekategooria eeskirjad toote keskkonnadeklaratsioonide väljatöötamiseks ehitusvaldkonnas). Institut für Bauen und Umwelt e.V. (IBU) on oma andmebaasisüsteemis juba avaldanud üle 1800 toote keskkonnadeklaratsiooni. EPD Danmark andmebaasis on üle 450 toote keskkonnadeklaratsiooni.

Rakennustieto EPD (RTS EPD) (Soome) on keskkonnadeklaratsioon, milles on näha toote keskkonnamõju. Selles olevad arvutused põhinevad olulusringi hindamisel toote kogu eluea jooksul.

Rakennustieto on koostanud kõik toote keskkonnadeklaratsioonid EN 15804 ja tooterühma spetsiifiliste standardite kohaselt. Seetõttu saab neid Euroopa Liidus kasutada. Rakennustieto EPD andmebaasis on üle 450 toote keskkonnadeklaratsiooni.

Kestliku ehitamise sertifikaadid

BREEAM, (Building Research Establishment Environmental Assessment Method ehk ehitusuuringute üksuse keskkonnamõju hindamise meetod) on laialdaselt kasutatav ja tunnustatud keskkonnamõju hindamise meetod nii hoonete kui ka taristuprojektide jaoks. See töötati välja 1990. aastal Ühendkuningriigis. BREEAM toimib tervikliku raamistikuna hoonete kestlikkuse hindamiseks ja pakub standardset lähenemist nende keskkonna-, ühiskonna- ja majandusmõju hindamisele kogu olulusringi vältel. Vastavust BREEAM-i standarditele tõendab sõltumatu kolmanda osapoole organisatsioon.

BREEAM-i sertifitseerimissüsteemis on hõlmatud kriitilised kriteeriumid, sealhulgas



energiatõhusus, tervis ja heaolu, juurdepääsuvõimalused transpordivahenditega, vee kasutamine ja majandamine, materjalide keskkonnamõju, jäätmete vähendamine ja ümbritseva keskkonna mõju. Tulemused liigitatakse uute hoonete korral viide kategooriasse ja olemasolevate hoonete korral kuude kategooriasse, mis esindavad eri kvaliteeditasemeid.



LEED (Leadership in Energy and Environmental Design ehk energia- ja keskkonnaprojekteerimise juhtimine) on teine laialdaselt kasutatav ja tunnustatud keskkonnanahoidliku ehitamise sertifitseerimisprogramm, mille algatas 2000. aastal USA Keskkonnanahoidliku Ehitamise Nõukogu. LEED kasutab punktipõhist hindamissüsteemi, kus hooned saavad punkte teatud kestlikuskriteeriumidele vastamise eest. See hindamissüsteem hõlmab hoone mitmesuguseid projekteerimis-, ehitamis-, kasutamise- ja hooldusaspekte. Saadud punktide põhjal võib hoone saavutada sertifitseerimistaseme „Sertifitseeritud“, „Hõbe“, „Kuld“, või „Plaatina“. LEED-i sertifitseerimissüsteem põhineb mitmel kriitilisel kriteeriumil kategooriates „Kestlikud hooned“, „Tõhus veekasutus“, „Energia ja atmosfäär“, „Materjalid ja ressursid“, „Sisekeskkonna kvaliteet“, „Uuenduslik projekteerimine“.



Saksamaa Kestliku Ehituse Nõukogu (DGNB) on kestliku ehitamise sertifitseerimissüsteem, mis sai alguse 2007. aastal Saksamaal. DGNB hindab projekti kestlikkust terviklikult ja käsitleb ökoloogilisi, majanduslikke, sotsiaal-kultuurilisi ja funktsionaalseid tegureid. Tugev rõhk on olelusringil, arvesse võetakse hoone kogu teekond ehitamisest kuni lammutamise ja ringlussevõtuni. DGNB väljastab mitmesuguse tasemega kvaliteedimärgiseid: pronks- (ei kohaldu uutele hoonetele), hõbe-, kuld- ja platinatase. Erakordse arhitektuurilise tipptaseme korral võidakse kuld- või platinataseme hoonetele anda teemantauhind. On märkimisväärne, et sertifitseerimist võib taotleda kogu naabruskond. DGNB hindamine hõlmab paljusid valdkondi, sealhulgas ökoloogilisi, majanduslikke ja sotsiaalseid aspekte. Eeltingimused peavad olema täidetud, kuid valikulised kriteeriumid pakuvad võimalusi lisapunktide saamiseks.



Miljöbyggnad on Rootsis kõige levinum hoonete keskkonnasertifitseerimissüsteem. Hoone keskkonnaomadusi hindab kolmas osapool. Need omadused määravad, kas hoone saab pronks-, hõbe- või kuld taseme. Hindamine hõlmab viitteist erinevat indikaatorit, mis iseloomustavad energiakasutust ja kliimamõju, sisekeskkonda (nt materjalid ja ohtlikud ained), väliskeskkonda ja ringlussevõetavust. Miljöbyggnad esitab nõudeid kemikaalidele ja materjalidele: tuleb vältida ohtlikke aineid ja vajalik on projekti logiraamat, kus dokumenteeritakse sisseehitatavate materjalide ja toodete koostis ning nende kohta käiv teave. Indikaatorid hõlmavad ka nõudeid hoone kliimamõjule (kliimaarvutusi) ja kliimaga kohandumisele, ringlussevõetavust puudutavaid nõudeid projekti ressursitõhususele, kohandumisele, paindlikkusele ja demonteeritavusele, ringlussevõetavate materjalide voole ning ehitusjäätmete ringlussevõtmisele. Miljöbyggnad kasutab EL-i liigitust.



„Noll CO₂“ tähendab CO₂ nullheidet ja see on sertifitseerimissüsteem, mis keskendub hoone kliimamõjule. Tegemist on uue sertifitseerimissüsteemiga, mis sai alguse 2020. aastal Rootsis. Kliimaarvutus tehakse hoone täieliku olelusringi jaoks alates tootmisest kuni lõppkasutuseni, bilansis on kliimameetmed, et netomõju kliimale oleks null. Hindamine hõlmab üheksat indikaatorit õigusnormide ja olelusringi eri faasides oleva hoone kliimamõju kohta, üks indikaator on kliimameetmete kohta.

9 Ökomärgised, keskkonnamärgised, toote keskkonnadeklaratsioonid, kestliku ehitamise sertifikaadid



Citylab on sertifitseerimissüsteem tervete linnaosade jaoks, esimene juhend avaldati 2019. Tööd saab teha kahe sertifitseerimissüsteemiga: üks hindab linnaosade planeerimise kestlikkust, teine hindab kestlikkust linnaosades, kuhu elanikud asuvad elama ning ärid on juba alustanud ja tegutsevad edasi.

Linnaosade planeerimise hindamiseks on 17 indikaatorit, näiteks ühiskondlikud väärtused, kliimamõju, veekäitlus, energiasüsteemid, transport, õhukvaliteet ja ohtlikud ained. Citylab-sertifitseerimine olemasolevatele linnaosadele hõlmab 15 indikaatorit, nagu usaldus, sisekeskkond, liikumistavad, hoonete energiakasutus, kliimamõju, elurikkus ja sademevee töötlemine. Sertifitseerimiseks on tingimus, et vähemalt 80% hoonetest peaks olema sertifitseeritud mingi süsteemi, nagu Miljöbyggnad, BREEAM, LEED või Luigemärk, järgi. Esitatakse nõuded õhukvaliteedile, igal hoonel peaks olema päevik, kus on dokumenteeritud ehitamisel kasutatud ohtlikud ained, ohtlike ainete kasutamine peab olema minimeeritud jne.

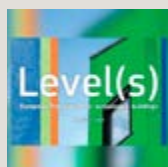
RTYL (endine RTS) on Rakennustieto Oy loodud keskkonnasertifitseerimissüsteem. Hoone klassifitseerimist keskkonnateabe järgi kohaldatakse uutele ja ulatuslikult renoveeritud hoonetele, aga ka kasutusviisi muutumisel. RTYL põhineb Euroopa standarditel (CEN TC 350 standardiseerial), kuid on töötatud välja Soome jaoks, mistõttu on arvesse võetud Soome olusid, õigusnorme ning riigi hoonefondi mitmekesisust. Põhieesmärgid on sisekliima, energiatõhusus ja niiskusega seotud riskide juhtimine. Kriteeriume ja nõutavaid tõendusdokumente saab kasutada mitmesuguse suurusega eri liiki projektide, näiteks kooli- ja lasteaiahoonete, elumajade, büroo- ja ärihoonete ning majutushoonete ehitamise juhtimiseks.



Leedu Keskkonnahoidliku Ehitamise Nõukogu on loonud Leedu turu jaoks kohandatud ehituse kestlikkuse hindamise standardi ja sertifitseerimissüsteemi. See süsteem on mõeldud Leedu hoonete objektiivseks hindamiseks, mis arvestab looduslike tingimusi, õigusnõudeid ja turunõudlust. Seda kasutatakse mitmesuguste hoonete jaoks, hinded on vahemikus „Hea“ „Väga hea“, „Suurepärase“ ja „Väljapaistev“. LPTVS-i hindamissüsteem hõlmab kaheksat kategooriat: „Tervis“, „Energieetika“, „Transport“, „Maakasutus ja ökoloogia“, „Materjalid, jäätmekäitlus ja saastus“, „Projekti juhtimine“ ja „Veekäitlus“. Kategooriates kasutatakse hindamiseks 29 kriteeriumit.



Poola Keskkonnahoidliku Ehitamise Liit (PLGBC) on loonud sertifitseerimissüsteemi ZIELONY DOM („Roheline maja“), mis hindab elumajade energia- ja keskkonnatõhusust. See süsteem on mõeldud nii mitmekui ka üheperemajade jaoks, kestlikkust hinnatakse olulusringi kõigis staadiumides alates projekteerimisest ja ehitamisest kuni kasutamiseni. Kriteeriumid hõlmavad kuut põhivaldkonda: investeeringute juhtimine, asukoht ja kinnistu, materjalid ja ressursid, kasutajate tervishoid ja mugavus, veekäitlus ja energiatarbe optimeerimine.



Level(s) on Euroopa tasuta raamistik, mis on mõeldud kestlikkuse hindamiseks ehitusvaldkonnas. Tugev rõhk on ringmajanduse põhimõtetel, hinnatakse kuut niinimetatud makroeesmärki: kasvuhoonegaaside ja saasteainete heide, materjaliringlus, veekasutus, sisekliima sobivus, vastupanuvõime kliimamuutustele ja kulude optimeerimine. Nimetus „Level(s)“ („tase(med)“) on tuletatud tasemetest, mille järgi hoonet saab hinnata.

Raamistik määratleb üksikasjalise hindamise kolm taset: tase 1 hõlmab aluspõhimõtteid ja indikaatoritest arusaamist, tasemel 2 on kontrollnimekirjad ja hindami-

sed ning tasemel 3 hinnatakse hoone ehitusparameetreid. Raamistik pakub hindamiseks e-õppevahendeid, arvutustabeleid ja juhendeid. Peale selle on töövahend kooskõlas Euroopa õigusnormide ja eesmärkidega ehitusvaldkonnas. Seda saab kasutada igat liiki ehituste hindamiseks kogu EL-is. Lisaks julgustatakse ehitusvaldkonnas kasutama ehitusteabe modelleerimist (BIM), mis võimaldab ehitusandmete kogumist, salvestamist ja jagamist asjaosaliste vahel.



Sertifikaat „QNG-Ready“ („QNG-valmis“) on Saksamaa valitsuse ametlik heakskiidumärgis, mille korral hinnatakse hoonet ja tema ümbruskonda terviklikult omavahel seotud süsteemina. Erinevalt sertifitseerimissüsteemidest, mis keskenduvad kasutusaegsele energiatarbele, hinnatakse hoone kogu olelusringi. See hõlmab mitmesuguseid aspekte, sealhulgas tootmist, materjalide ringlussevõttu ja tervishoidu. Märgise „QNG-Ready“ saamine on kohustuslik nõue sooduslaenu saamiseks energiatõhusate hoonete toetuse osana. See, kas praeguste poliitiliste murede tõttu saab rahastamist jätkata, otsustatakse lähitulevikus. QNG juhendis väljatoodud kriteeriumid tagavad, et hoone vastaks kliimakaitset, loodusressursside kaitset, tervisekaitset ja planeerimise kvaliteeti reguleerivate standardite nõuetele.

Kokkuvõte

Märgiste ja sertifikaatide maailm on tohutu ja mitmekesine. Märgised, eelkõige ökomärgised, keskenduvad peamiselt ehitusmaterjalidele. Erand on Põhjamaade Luigemärk, mis on ainulaadne, kuna laiendab sertifitseerimist ka hoonetele.

Hoonete sertifitseerimissüsteemid erinevad suuresti lähenemisviisi, kohaldamise ja kasutatavate kriteeriumide poolest. Erinevus tähendab, et ohtlike kemikaalide hõlmamise ulatus on samuti märkimisväärselt erinev. Näiteks:

- ökomärgis Põhjamaade Luigemärk paistab välja selle poolest, et kõige rohkem tähelepanu pööratakse kemikaalidele, sellele on ligidal Miljöbyggnadi sertifitseerimissüsteem;
- ohtlike kemikaale võtab arvesse ka DGNB, kuid vähemal määral;
- LEED ja BREEAM võtavad hindamisel arvesse mõju tervisele ja keskkonnale.

Samas ei keskendu nad ohtlike ainete sisaldusele.

Lisaks tegelevad siseruumidesse sattuva heitega M1- ja DICL-sertifitseerimissüsteemid, kuid need keskenduvad peamiselt lenduvatele orgaanilistele ühenditele (LOÜ-dele) ega võta arvesse ohtlike ainete sisaldust materjalides. Nende kahe silma vahele jätmine tähendab, et materjalides võib esineda mittelenduvaid või poollenduvaid ohtlike aineid, näiteks ftalaate, fosfaatorgaanilisi või broomitud leegiaeglusteid jne. M1 kohasel sertifitseerimisel neid aineid tüüpiliselt ei mõõdeta ega analüüsita.

Veelgi enam, mõnes sertifitseerimissüsteemis (nt NollCO₂) puuduvad tervise- ja keskkonnaaspektid üldse või pole selgelt määratletud.

Pidage meeles!

- Kui kavatsete kogu hoonet sertifitseerida, tuleb seda planeerida kohe alguses, kontseptuaalsete vajaduste määratlemisel.
- Kui eesmärk on kasutada ökomärgistega materjale nii palju kui võimalik, on märgistega toodetele üleminek võimalik ka hiljem.

10 Ehitusprotsess

Selles peatükis jõutakse arusaamisele, et ehitamine erineb eelkõige mitte regiooniti, vaid riigiti. See on mitmesuguste siseriiklike eeskirjade ning hõlmatud ettevõtetes kasutatavate standardite tulemus. Sellele vaatamata on oluline arvesse võtta üldised põhimõtted, kui hoone ja selle ehitamine peab olema mürgivaba, ringluspõhine ja kliimasõbralik.



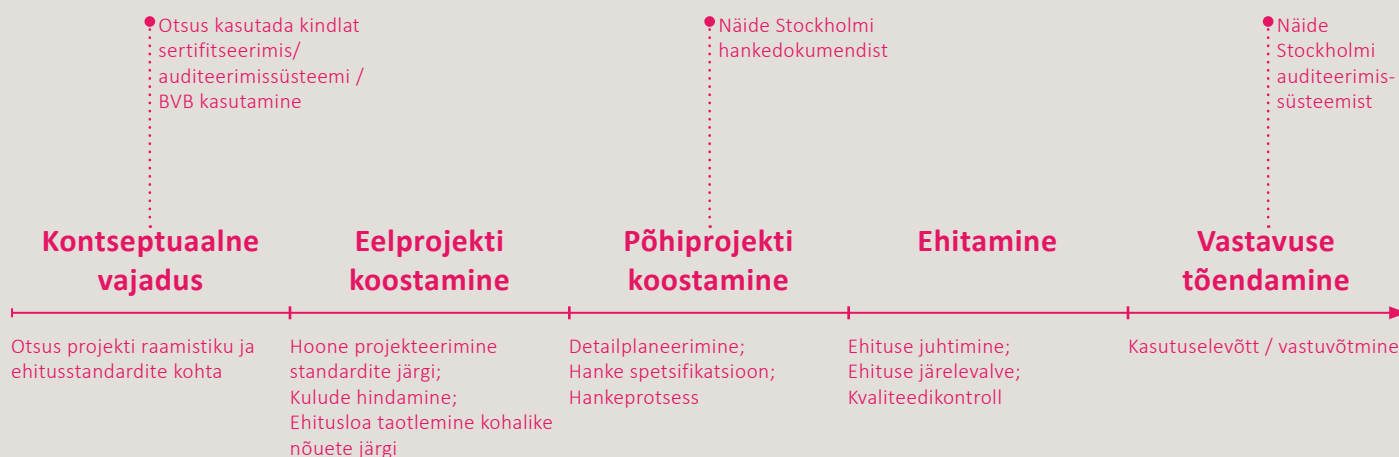
10 Ehitusprotsessi üldised põhimõtted

Põhiküsimused, mida tuleks eesmärgile jõudmiseks ehitamise eri etappides silmas pidada, on järgmised.

- Mürkide puudumine – ohtlike kemikaalide täielik vältimine või vähemalt sisalduse minimeerimine
- Ringlussevõetavus – eesmärk on ulatuslik ringlussevõtmine/taaskasutamine ja hõlbustamine
- Kliimasõbralikkus – kasvuhoonegaaside heite vähendamine, näiteks väikese energiasisalduse ja suure soojusliku toimivusega materjalide eelistamine ning transpordi läbimõtlemine, aga ka taastuvenergia ning passiivkütte- või -jahutussüsteemide kasutamine.

Ehkki ehitusetapid ja lubade taotlemine vastavalt asutuselt või huvirühmadelt või- vad riigiti erineda nimetuse, kestuse ja ajastuse poolest, on ülioluline võtta Non-HazCity3 eelpoolnimetatud kolme sammast arvesse nii vara kui võimalik. Jooni- sel 10.1 on kujutatud etapid, mida iga ehitusprojekt viimaks läbib: kontseptuaalse vajaduse määratlemine, hoone eelprojekti koostamine, põhiprojekti koostamine, ehitamine ja vastavuse tõendamine. Kõigis etappides tuleb hoone sertifitseerimine otsustada varakult, samas tegelikult kasutatavate materjalide valiku võib jätta hilje- maks.

Järgmises jaotises näitlikustatakse hankimist ja ehitamist keskkonnahoidliku ehitam- ise hindamissüsteemide ja andmebaaside (nt BVB) abil.



Näide Stockholmist (Rootsi)

Ehitusmaterjalid moodustavad märkimisväärse osa omavalitsuste riigihangete mahust. Ehituses kasutatakse tuhandeid kemikaale, kuid kemikaalisalduse teatamist nõuavad vaid mõned õigusaktid. Ehitusel kasutatavate ohtlike kemikaalide ohjamiseks ja kasutamise piiramiseks tuleb lubatavad kemikaalid määratleda juba hanke tegemisel. Tuleb ka kehtestada nõuded digitaalsele logiraamatule ning kasutatavate materjalide ja nende keemilise koostise dokumenteerimisele. Logiraamat hõlbustab ohtlike materjalide, toodete ja ainete asendamist. Selles on ka väärtuslikku teavet juhaks, kui teadmised ohtlikkuse kohta tulevikus muutuvad.

See peatükk kirjeldab nõudeid, mida esitatakse ehitamisele Stockholmi linnas (Rootsi). Linnas tegutsevatele nõustajatele ja töövõtjatele on esitatud nõue, et kõik materjalid ja tooted tuleb hinnata BVB hindamissüsteemis ja ehitusel kasutatavad tooted tuleb registreerida digitaalses logiraamatus.

Ehitusprotsess

Ohutute ehitusmaterjalide valiku mõjutamisvõimaluste paremaks mõistmiseks tuleb saada aru, millal valitakse ehitusel kasutatavad materjalid ja millal need hantatakse. Ehitusprojektis on mitmesugused olulised vastutusala, mis tuleb mehitada.

- Ehituse projektijuht: ehituse projektijuht vastutab informatsiooni andmise eest BVB haldurile. Lisaks peab ehituse projektijuht tagama, et projekteerijad ja töövõtjad teeksid BVB-s neile ettenähtud osa.
- Projekteerija: vastutab selle eest, et valitud materjalid ja tooted vastaksid nõuetele ja oleksid detailprojekteerimise käigus registreeritud BVB päevikusse.
- Töövõtja: vastutab selle eest, et kõik kasutatavad ehitustooted ja-kemikaalid ning ka kulumaterjalid vastaksid nõuetele ja oleksid registreeritud BVB logiraamatusse.
- BVB haldur: haldab BVB-s tehtavat tööd ja tegeleb kõrvalekalletega. See hõlmab logiraamatute loomist, projekteerijate ja töövõtjate kutsumist logiraamatut täitma, aga vajadusel ka koolitamist ja ehitamist puudutavatel koosolekutel osalemist.
- Keskkonnaüksuse juhataja (kliendipoolne): kiidab heaks või lükkab tagasi kõrvalekalded planeerimises ja tootmises. Ta on kõigi BVB logiraamatute omanik.

Planeerimine ja programmeerimine

Arendaja peab varajases staadiumis otsustama, millised on ambitsioonid ja milliseid vahendeid vastavuse tõendamiseks kasutatakse, et oleks tagatud ohtlike ainete materjalide kasutamine ehitamisel. Selles staadiumis tuleb otsustada, millised on eesmärgid ja kuidas tõendada vastavust, milliseid dokumenteerimisvahendeid kasutatakse, kuidas kontrollitakse kemikaalisaldust ja millised on eelistatud tooterühmad. Need nõuded tuleb kaasata töövõtjatele ja projekteerijatele mõeldud hankespetsifikatsioonidesse.

Projekteerimine (arhitektuurne ja tehniline lahendus)

Arendaja ja nõustaja vahelises lepingus tuleks sätestada, et nõustaja kohustub järgima arendaja esitatud nõudeid ja eesmärgi seoses ehitusmaterjalides esinevate ohtlike ainete. Projekteerimise ajal saab valida disaini ja funktsionaalsust, kuid ühtlasi on oluline kontrollida, et valitud ehitusmaterjali koostis vastaks ohutusnõuetele.

10 Hanked ja ehitamine BVB kasutamisega

Projekteerimise ajal loob BVB haldur BVB-s logiraamatu ja kutsub sinna asjaosalised, aitab koolitamisel, tekitab litsentsid ning saadab kasutamisjuhised. Tööprojekti koostamise ajal saab BVB haldurile esitada ka küsimusi materjali valiku kohta. Ehituse projektijuht annab BVB haldurile teada, millised on registreeritavate toodete kogused. BVB haldur vaatab enne ehitamise alustamist üle BVB logiraamatu.

Ehitamine

Ehitamise ajal on töövõtja hankeorganisatsioonil täita oluline roll ohutute ehitusmaterjalide valimisel ning arendajaga sõlmitud lepingus esitatud nõuete täitmisel. Lõpuks vaatab BVB haldur logiraamatu lõppülevaatuse käigus üle ja teavitab tulemustest vastutavat ehituse projektijuhti.

Haldamine

Materjalide ohutuse arvessevõtmine hoonete haldamisel pole kuigi tavaline. Kemiikaalide arvessevõtmine haldamisel võib olla oluline, kuna paljusid tooteid võidakse kasutada hooldustöödel hoone kasutamise ajal. Omaavalitsusüksustes teevad hooldustöid sageli alltöövõtjad.

Töövõtjaga sõlmitud lepingu täitmisel tuleb kasutada valitud kemikaale ja ehitustooteid, mis on registreeritud BVB-süsteemi projekti logiraamatusse. Nõustajatel ja töövõtjatel peavad olema oskused ja protseduurid, mis tagavad toodete, kemikaalide ja materjalide hindamise ning nende vastavuse üldiselt vastuvõetavale tasemele. Omaavalitsusüksuse nõuetele mittevastavaid kemikaale ja tooteid käsitatakse kõrvalekalletena ning toimitakse nii, nagu on kirjeldatud allpool.

Nõuded materjalidele

Ehitustoodete hindamine BVB-s

Toote kasutamist ettekirjutav või kavatsev osapool peab tagama, et seda hinnatakse BVB kriteeriumide kohaselt ja et toode vastab järgmistele hindamistasemetele.

- Kasutada lubatakse tooteid, mille üldhinne on „Soovitav“ või „Vastuvõetav“. Kõrgema tasemega hinnet „Soovitav“ tuleb eelistada hindele „Vastuvõetav“.
- Tooteid, mille üldhinne on „Tuleb vältida“, võib kasutada ainult siis, kui enne nende kasutamist on saadud kliendi heakskiit. Selle hindega tooteid tuleb käsitada kõrvalekaladena (vt „Kõrvalekallete haldus“ allpool).

Selleks et tagada toodete ja kaupade vastavus nõuetele, tuleb projekteerimisel ning enne hankimist ja kasutamist kontrollida nende vastavust vastavalt BVB kriteeriumidele. BVB kriteeriume uuendatakse regulaarselt. See tähendab, et isegi siis, kui toode enne vastas hindamistaseme nõuetele, võib hinnang olla muutunud. Seetõttu tuleb toote hinnet enne kasutamist alati kontrollida.

Palgatud nõustaja või töövõtja vastutab toodete BVB veebiportaalis dokumenteerimise eest enne nende hankimist ja kasutamist. Klient maksab BVB-le kindlaksmääratud litsentsitasu projektis osaleva konsultatsioonifirma või töövõtja ühe kasutaja eest. Enne lõpparuannet peab nõustaja või töövõtja klienti teavitama, kui kõigi toodete registreerimine on lõpule viidud.

Hindamata toodete ja kaupade kasutamine

Eelistatud on BVB-s hinnatud toodete ja kaupade kasutamine. Kui soovitud toode pole BVB-s hinnatud, peab nõustaja või töövõtja otsima asendustoodet, mille üldhinne peaks olema „Soovitav“ või „Vastuvõetav“. Kui rahuldav asendusvariant puudub, peab nõustaja või töövõtja võtma ühendust algse toote valmistajaga ja taotlema toote hindamist. Hindamise kulu peab kandma tarnija.

Eelistuste pingerida BVB-s hindamata toodete korral on näidatud allpool.

- Nõustaja või töövõtja võtab ühendust soovitud toote valmistajaga ja palub esitada tooted hindamiseks BVB-le.
- Toote hindamise ajal saab nõustaja või töövõtja sisestada toote BVB-sse kohatäitjana („Oma toode“).
- Pärast BVB hindamise lõpuleviimist palub nõustaja või töövõtja tarnijal edastada BVB identifitseerimiskoodi (BVB ID).
- Kui toode saab hinde, tuleb „Oma toode“ logiraamatus asendada hinnatud tootega (vajalik on BVB ID).

Toodet ei tohi kasutada enne kõigi ülaltoodud sammude läbimist ning toote ja hinnangu avaldamist BVB-süsteemis.

Kui tarnija ei saa toodet hindamiseks esitada ja määratletud nõuetele vastavad tooted puuduvad, tuleb toode BVB-s registreerida nime all „Oma toode“ ja käsitada seda kõrvalekaldena. Nõustaja või töövõtja peab enne kõrvalekalde vormistamist kinnitama, et nad võtsid tarnijaga ühendust.

Kõrvalekallete haldus

Kõik tooted, materjalid ja kaubad tuleb enne kasutamist või paigaldamist logiraa-matus registreerida. Projekteerijad ja töövõtjad peavad kõrvalekalded materjali-dele esitatavatest nõuetest dokumenteerima ja põhjendama BVB kõrvalekallete aruandes. Töövõtjapoolne BVB haldur vastutab kõrvalekallete haldamise eest.

Kõrvalekalletest tuleb kliendile teada anda. Otsuse kõrvalekaldega toote kasutami-seks peab tegema projekti eest vastutav isik enne toote kasutamist ehitusel. BVB-s tuleb kõrvalekalletena deklareerida hinde „Tuleb vältida“ saanud toodete või täiesti hindamata toodete (märgisega „Oma toode“) kogused ja asukohad. Kui kõrvale-kalletele ettenähtud protseduuri ei järgita ja toimingud pole korrektsed, võib see kaasa tuua märkuse ülevaatusel.

Kui kõrvalekalle on BVB-s registreeritud, tuleb koos kõrvalekaldega esitada kokku-võtte asendustoodete leidmise katsetest ja dialoogist tarnijaga.

Kui toote hinne „Tuleb vältida“ on tingitud dokumentide puudumisest, peab toote kasutamise ettepaneku teinud isik võtma ühendust tarnijaga ja paluma dokumen-tide uuendamist toote ümberhindamiseks.

Heaks kiita ei tohi järgmisi kõrvalekaldeid.

- Tooted, mille hindamisdokumendid puuduvad täielikult või pole õigesti vormistatud.
- Tooted, mis on päevikusse kantud pärast paigaldamist või kasutamist.

Sõltuvalt hankedokumentide nõuetest saab kasutada mitmesuguseid jätkutegevusi. Allpool on mõned näited.

- Jätkukoosolekud töövõtja ja/või materjali tarnijaga.
- Kvaliteedi mõõtmine indikaatorite või põhinäitajate alusel.
- Juhuslikult valitud arvete kontrollimine.
- Tarnijate, klientide või kolmandate osapoolte (nt elanike) küsitlemine.
- Tarnijate jätkuaruanded.
- Jätkutegevused keskkonna- ja kvaliteedijuhtimissüsteemide raames.
- Etteteatatud või-teatamata külaskäigud tarnija juurde.
- Planeeritud või juhuvalikuga auditid tarnija juures.

11 Teave Läänemere maade tarnijate ja tarneaahelate kohta

Omavalitsusüksuse jaoks edendab ehituskoostöö
kestlike tarneaahelatega ühtlasi keskkondlikku ja
ühiskondlikku vastutustundlikkust, õigusaktide
nõuete järgimist, pikaajalist elujõulisust, kulude
kokkuhoidu, sidusrühmade ootustele vastutulekut,
uuendusi ja tõhusat riskijuhtimist.



Ehitusvaldkonnas hõlmab kestlike tarneahelate teave mitmesuguseid teemasid, mis keskenduvad ehitusmaterjalide kogu olelusringi ja protsesside keskkonnasõbralikkuse, ühiskondliku vastutustundlikkuse ja majandusliku elujõulisuse tagamisele. Allpool on põhiaspektide ülevaade.

1. Materjalide hankimine: see hõlmab kestlikult saadud, kogutud või kaevandatud lähteainete valimist. Sealhulgas tuleb kaaluda ringlussevõetud materjalide, taastuvate ressursside ja väiksema keskkonnajalajäljega materjalide kasutamist.
2. Tootmise energiatõhusus: keskendutakse materjalide tootmisele, sealhulgas tootmisprotsesside energiatarbele ja süsinikujalajäljele. Kestlike tarneahelate eesmärk on tootmisel tekkiva kasvuhoonegaaside heite ja energiakasutuse vähendamine.
3. Transport ja logistika: materjalide transportimise keskkonnamõju ohjamine. See hõlmab transporditeede tõhususe optimeerimist, vähem heiteid tekitavate sõidukite kasutamist ja kohaliku päritoluga materjalide hankimist vahemaade vähendamiseks.
4. Tarnijate valimine ja haldamine: kestlikke tavasid, näiteks õiglasi töösuhteid, keskkonnasõbralikku toimimist ja eetilist ärikäitumist järgivate tarnijate valimine. Kestlike tarnijasuhete haldamise alus on korrapärased auditid ja hindamised.
5. Jäätmetekke vähendamine ja ohjamine: strateegiad jäätmetekke minimeerimiseks ehitustööde ajal, sealhulgas materjalide ringlussevõtmine ja taaskasutamine, tõhus materjalikasutus ning jäätmete kõrvaldamine keskkonnavastutustundlikul viisil.
6. Olelusringi analüüs ja käitlemine olelusringi lõpus: materjalide ja ehitusmeetodite keskkonnamõju hindamine kogu olelusringi vältel tootmisest kuni kasutuselt kõrvaldamiseni. See hõlmab materjalide käitlemise planeerimist olelusringi lõpus, näiteks ringlussevõttu või ohutut kasutuselt kõrvaldamist.
7. Sertifitseerimine ja vastavus nõuetele: kestlikke tavasid tõendavate tööstusstandardite ja sertifitseerimissüsteemide, nagu LEED (Leadership in Energy and Environmental Design ehk energia- ja keskkonnaprojekteerimise juhtimine) või BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method ehk ehitusuuringute üksuse keskkonnamõju hindamise meetod) järgimine.
8. Läbipaistvus ja teavitamine: selge ja täpse teabe andmine tarneahela tavade, sealhulgas hangete, töötavade ja keskkonnamõtjude kestlikkuse kohta. See võib hõlmata kestlikkusaruandeid ja kolmandate osapoolte auditeid.
9. Mõju kogukonnale ja sotsiaalmõju: tarneahela ühiskondlike järelmite, sealhulgas kogukonnale, põliselanikele ja ühiskonna üldisele heaolule avalduva mõju arvestamine.
10. Uuendused ja pidev täiенemine: uute meetodite, materjalide ja tehnoloogiate pidev otsimine tarneahela kestlikkuse parandamiseks. See hõlmab kursisolekut kestliku ehitamise suundumustega ning investeringuid uurimis- ja arendustegevusse.

Kestlike tarneahelate haldamine ehituses ei tähenda ainult keskkonnakahjude vähendamist, vaid ka positiivsete ühiskondlike ja majanduslike tulemite saavutamist ning seeläbi ehitustööstuse üldise kestlikkuse parandamist.

Omavalitsusüksuse hankespetsialisti jaoks on ülioluline teada, milliseid ohtlikke aineid leidub ehitusmaterjalides. Sama oluline on teada, millist liiki materjale saab veel kasutada ja millistest ainetest materjal koosneb. See toob kaasa läbipaistvuse ja teabe jagamise vajaduse tootmisahela kõigi osaliste vahel. On olemas teatud õigusnõuded peamiselt tehniliste omaduste, aga ka väga ohtlike ainete kohta (kandidaatainete loetelu ja REACH-i artikkel 33).

Kuna tarneahel on pikk ja keeruline ning hõlmab sageli palju tarnijaid, peab ahe-
las eespool olev tarnija REACH-i artikli 33 kohaselt jagama allkasutajatega (toot-
jate, levitajate ja ehitajatega) teavet selle kohta, kas materjal sisaldab kandidaatai-
nete loetelusse kuuluvaid ohtlikke aineid. Allkasutaja peab omakorda seda teavet
jagama. Õigusaktid näevad ette, et tootjatel on kohustus edastada see teave EL-i
SCIP-andmebaasi. SCIP (Substances of Concern In articles as such or in complex
objects (Products)) on toodetes või komplekssetes esemetes sisalduvate probleem-
sete ainete andmebaas, mis on loodud jäätmete raamdirektiivi põhjal.

Kahjuks ei reguleeri REACH-määrus teavet kõigi tootes leiduvate ainete sisalduse
kohta, mis on ülioluline jälgitavuse, tulevaste uuringute, asendamise ja ringlusse-
võetavuse jaoks. Toodete ökodisaini määruses (ESPR), mis jõustub tulevikus, on
rohkem nõudeid teabe jagamiseks ja kestlikuks disainimiseks. Selles on nõuded digi-
taalsetele tootepassidele, mis (loodetavasti) teevad kohustuslikuks kõigist ainetest
ja materjalidest teavitamise. Enne nende õigusaktide jõustumist peavad omavalit-
susüksuste hankespetsialistid hankekutses määratlema, milliseid materjale tuleks
kasutada, ja nõudma ainete/materjalide täielikku deklareerimist.

Seda teavet võib saada, kui küsida üksikasju (keskkonnadeklaratsioonis) kõigi tootes
sisalduvate ainete kohta, see vajab samuti tõhusat teabejagamist kõigil tasemetel.
BVB-s (Rootsi ehitiste andmebaasis) peavad tarnijad täitma ehitustoote deklarati-
iooni. Deklaratsioonis tuleb määratleda ainete ja materjalide sisaldus protsenti-
des. Ehitustoote deklaratsioonis olev teave kantakse BVB andmebaasi ja seda kasu-
tatakse ka logiraamatus. Nii saab teavet otsida tulevikus toimuvaks kaardistamiseks,
eemaldamiseks, ringlussevõtmiseks, taaskasutamiseks jne. Seetõttu annab BVB ja
selle logiraamatu kasutamine hankespetsialistile ülevaate, mida ja millises koguses
toode sisaldab. See on ülioluline hanke jätkuprotsesside kestlikkuse ja mõju hinda-
mise seisukohalt.

BVB ja selle logiraamatu kasutamine hõlbustab hankespetsialistil konkreetsete too-
tekategooriate valmistajate ja tarnijate ning huvipakkuvate ainete ja materjalide
kaardistamist. Hankespetsialistil võib tekkida ka vajadus teabe edasiseks uurimi-
seks, näiteks haruldaste muldmetallide või ükskõik millise muu, kestliku toomise
seisukohalt olulise materjali päritolu selgitamiseks. Sel juhul saab kasutada BVB
ühiskondliku kestlikkuse kriteeriume, nii nagu on kirjeldatud edasistes peatükkides.

11 BVB võimalused tarnijate, toodete ja teabe kohta käiva informatsiooni saamiseks

BVB pakub mitmesuguseid töövahendeid, sealhulgas tooteotsingut, andmebaasi ja logiraamatut. Tooteotsing võimaldab ehitusprojektidel kasutada filtreid teadliku tootevaliku tegemiseks. Kasutajad saavad seada filtri näiteks teatud ainete või klassifikatsioonide vältimiseks ja hoiduda kasutuselt kõrvaldatavate ainete või kandidaatainete kasutamisest. Lisaks saavad kasutajad otsida tooterühma järgi või otsida tooteid, mis on sertifitseeritud mitmesuguste ehitusstandardite, näiteks Põhja-maade Luigemärgi, BREEAM-i või Miljöbyggnadi kohaselt.

Hindajad toetavad ja abistavad BVB-s olevaid tarnijaid nii e-kirja kui ka telefoni teel. Alltarnijad võivad vajadusel esitada oma teabe ja dokumendid kolmanda isiku konfidentsiaalse teabena. Toodete hindamine BVB-s on turul tegutsemiseks kasulik, kuna paljudel projektidel on nõue, et tooted peavad olema hinnatud.

BVB hõlmab vabatahtlikke ühiskondlikke kriteeriume, mille keskmes on neli põhialust: inimõigused, töötingimused, keskkond ja korruptsioonivastane tegevus. Tarnijad võivad taotleda oma tegevuse ja toote tarneahela ühiskondlikele kriteeriumidele vastavuse hindamist. Kriteeriumid on kooskõlas rahvusvaheliste konventsioonide ja suunistega, nagu ÜRO inimõiguste ülddeklaratsioon ja ÜRO lapse õiguste konventsioon.

Lisateavet võib leida aadressilt byggvarubedomningen.com/assessments/sustainable-supply-chains/

BVB-s registreeritud andmetel põhinev teave Läänemere maade ehitusmaterjalitarnijate kohta

NHC3 projekti osana julgustati tarnijaid registreerima ja hindama oma tooteid BVB-süsteemis (GoA1.3). Samaaegselt kogus BVB teavet tarnijate arvu kohta igas riigis, see on esitatud allolevas tabelis 6.1. Üks järeldus, mida saab selle tabeli põhjal teha, on see, et Läänemere maade tarnijad panustavad hindamisvahendisse. See näitab, et BVB on Läänemere maade ehitusmaterjalitarnijate seas end tõestanud ja tunnustatud.

Riik	Tarnijate arv
Rootsi	Peaaegu 2000
Soome	Umbes 100
Eesti	Umbes 60
Taani	Umbes 130
Saksamaa	Umbes 150
Läti	Umbes 50
Leedu	Umbes 50
Poola	Umbes 70
Austria	Umbes 30

Digitaalne tootepass (DPP)

Alates 2024. aastast kehtib Euroopa Liidus uus määrus, mis nõuab, et peaaegu kõigil EL-is müüdavatel toodetel peab olema digitaalne tootepass (DPP). See algatus on kestlike toodete ökodisaini määruse osa ja selle eesmärk on tooteväärtusahela läbipaistvuse suurendamine. Selleks esitatakse laiaulatuslik teave iga toote päritolu, materjalide, keskkonnamõju ja kasutuselt kõrvaldamise soovitude kohta. Digitaalne tootepass on mõeldud tarbijate läbipaistvusnõuete ja usaldusväärsete tooteandmete puudumise vahele jääva lünga täitmiseks. Esialgu kehtib nõue vaid teatud tootegruppidele, digitaalse tootepassi laialdast kasutuselevõttu planeeritakse aastaks 2030.

Digitaalses tootepassis on olulised üksikasjad, nagu toote kordumatu tunnuscode, vastavust tõendavad dokumendid ja teave probleemsete ainete kohta. Selles on ka kasutusjuhendid, ohutusjuhised ja juhised kasutuselt kõrvaldamise kohta. Toote olulusringi registreerimine, mida pakub digitaalne tootepass, soodustab tarneahela juhtimist, tagab vastavuse õigusaktidele ning aitab ettevõtetel tuvastada ja leevendada riske, mis on seotud toodete ehtsuse ja keskkonnamõjuga.

Digitaalsetel tootepassidel on ülioluline osa kestlike tarneahelate tekkel: need suurendavad läbipaistvust, edendavad vastutustundlikku hankimist ja hõlbustavad teadlike otsuste tegemist. Need on kooskõlas järjest suurema tähelepanuga, mis on suunatud kestlikkusele ja vastutustundlikele äritavadele.

Lisateavet digitaalsete tootepasside kohta saab nt blogist „Digital product passports (DPP): what, how, and why?“ („Digitaalsed tootepassid: mis, kuidas ja miks?“)

EL-i taksonoomiamääruse rakendamise ehitustoodetes leiduvate ohtlike ainete sisalduse teadasaamiseks

EL-i taksonoomiamääruse alusel kehtestatud delegeeritud õigusaktid pakuvad võimaluse nõuda ehitustooteid, mis vastavad ohtlike ainete sisaldust puudutavatele ambitsioonikatele kriteeriumidele. Lisaks sellele, et väga ohtlike ainete sisaldus on piiratud 0,1 massiprotsendiga, laiendavad taksonoomiaeeskirjad piirangu kohaldamisala kõigile ainetele, mis vastavad sellise klassifikatsiooni kriteeriumidele. Kui küsida kolmanda osapoole sertifikaati kemikaalide taksonoomiakriteeriumidele vastavuse kohta, on võimalik suurendada nõudlust mittetoksiliste materjalide ja kestlike investeeringute järele.

Lisalugemist: Delegeeritud määrus (EL) 2023/2486, 27. juuni 2023 (keskkonnavaline delegeeritud õigusakt) ja Delegeeritud määrus (EL) 2021/2139, 4. juuni 2021 (kliimaalane delegeeritud õigusakt). Vt C liites „Põhimõtte „ei kahjusta oluliselt“ kohased üldkriteeriumid saastuse vältimiseks ja tõrjeks seoses kemikaalide kasutamise ja esinemisega“ olevaid kemikaalide kriteeriume.

Lisateavet EL-i taksonoomia kohta on esitatud aadressil finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

